



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA
ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERÍO
CHORRO BLANCO UBICADO EN EL DISTRITO DE
SAN ANDRÉS DE CUTERVO PROVINCIA DE
CUTERVO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

Presentado Por:

Bach. ALBERT JOAQUÍN CÉSPEDESGUEVARA

Asesor:

Dr. CARRANZA MONTENEGRO DANIEL

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA
ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERÍO
CHORRO BLANCO UBICADO EN EL DISTRITO DE
SAN ANDRÉS DE CUTERVO PROVINCIA DE
CUTERVO DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

Presentado Por:

Bach. ALBERT JOAQUÍN CÉSPEDES GUEVARA

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE:

SECRETARIO:.....

VOCAL:.....

ASESOR: Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro

Lambayeque – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

TITULO

**“DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA
EL CASERÍO CHORRO BLANCO UBICADO EN EL DISTRITO DE SAN
ANDRÉS DE CUTERVO PROVINCIA DE CUTERVO DEPARTAMENTO DE
CAJAMARCA**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

AUTOR: Bach. ALBERT JOAQUÍN CÉSPEDES GUEVARA

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

ASESOR

Lambayeque – Perú

2018

DEDICATORIA

A mis padres que me han dado la vida, y con ella la capacidad por ser cada vez mejor y desear lo mejor en cada paso que doy en esta vida, porque su presencia y persona han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

A mis maestros y amigos, porque en el transcurrir del tiempo nos hemos ido encontrando, y debido a cada uno de ustedes ha motivado mis sueños y esperanzas en consolidar un mundo más humano y con justicia. Dedico esto a todos los que han recorrido conmigo este camino, porque he aprendido a ser más humano.

AGRADECIMIENTO

Mi más grande agradecimiento al Dr. Ing. Carranza Montenegro Daniel por su grandioso interés para que este proyecto saliera adelante.

A mis compañeros por sus aportes para el desarrollo de este proyecto, amistad que fue de las mejores y tiempo compartido conmigo.

A mis padres por estar siempre conmigo dándome su apoyo, tanto moral como económico, por la paciencia que han tenido en educarme y guiarme por buen camino y su dedicación en mi para llegar a tener este momento, que es muy especial para mi.

Por esas cosas y muchas más gracias a todos ustedes.

RESUMEN

En la presente tesis se realiza el dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para el Caserío Chorro Blanco ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo, provincia de Cutervo en el departamento de Cajamarca. El Chorro Blanco es un caserío de 25 viviendas, además de 01 local comunal, 01 institución educativa primaria.

Primeramente, se realiza una investigación sobre la forma en que se realiza la conversión de energía solar en electricidad a partir de las celdas solares, componente básico de los paneles solares que se emplean para formar el generador eléctrico fotovoltaico. Luego, se analiza el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos autónomos, sus principales componentes y las recomendaciones que deben tomarse en cuenta, se procedió al cálculo de la energía promedio diario proyectado que demanda dicho caserío el cual es de 13,98 kWh/día y una potencia de 3,01 kW teniendo en cuenta un periodo de tiempo de utilización de cada equipo instalado en cada vivienda y la radiación solar de 4,61 kWh/m².

Del dimensionamiento de equipos se obtuvo: 32 paneles fotovoltaicos de 140 Wp de potencia cada uno, 20 baterías de acumuladores, 01 regulador de carga y 01 inversor. Dando una potencia instalada del sistema de captación de energía de 4,48 kWp

se compilan además datos sobre precios de una amplia variedad de equipos para aplicaciones fotovoltaicas, a partir de los cuales se realiza un cálculo del presupuesto llegando a un total de: S/.195 281,85 .

Palabras clave: Radiación solar, solar fotovoltaica, sistemas fotovoltaicos, paneles solares fotovoltaicos.

ABSTRACT

In the present thesis the dimensioning of a photovoltaic electrical system for the Caserío Chorro Blanco located in the district of San Andrés de Cutervo, province of Cutervo in the department of Cajamarca is made. El Chorro Blanco is a hamlet of 25 houses, in addition to, 01 communal premises, 01 primary educational institution.

Firstly, a research is carried out on the way in which the conversion of solar energy into electricity is made from solar cells, a basic component of the solar panels used to form the photovoltaic electric generator. Then, we analyze the operation of autonomous photovoltaic systems, their main components and the recommendations that must be taken into account, we proceeded to calculate the projected daily average energy demanded by said farm which is 13.98 kWh / day and a power of 3.01 kW taking into account a period of time of use of each equipment installed in each house and solar radiation of 4.61 kWh / m².

The dimensioning of equipment was obtained: 32 photovoltaic panels of 140 Wp each, 20 accumulator batteries, 01 charge regulator and 01 inverter. Giving an installed power of the energy capture system of 4.48 kWp

data on prices of a wide variety of equipment for photovoltaic applications are also compiled, from which a budget calculation is made, reaching a total of: S/.195 281,85 .

Keywords: Solar radiation, photovoltaic solar, photovoltaic systems, photovoltaic solar panels.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN.....	III
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
1.1. Problema de investigación	9
1.2. Realidad Problemática	10
1.3. Formulación del Problema	11
1.4. Delimitación de la Investigación	11
1.5. Justificación e Importancia de la Investigación	18
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	19
1.7. Objetivos.....	20
1.7.1. Objetivo General	20
1.7.2. Objetivo Específicos.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes de Estudios.....	21
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado.....	25
2.2.1. Conversión de luz solar en energía eléctrica	25
2.2.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos	38
2.2.3. Sistemas fotovoltaicos aislados.....	44
2.2.4. Electrificación rural con sistemas fotovoltaicos aislados	61
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.....	65
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	71
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	71
3.2. Población y muestra.....	71
3.3. Hipótesis	72
3.4. Operacionalización de las variables	72
3.5. Métodos y Técnicas de investigación.....	73

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados	75
3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos.....	78
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	79
4.1. Descripción del sistema propuesto.....	79
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	82
5.1. Estimación del nivel de radiación solar	82
5.1.1. Página web de la NASA	82
5.1.2. Software Solarius PLUS	83
5.1.3. Software Meteonorm	84
5.2. Estimación de la demanda de energía eléctrica.....	86
5.3. Dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico	89
5.3.1. Voltaje de la instalación	89
5.3.2. Paneles solares.....	89
5.3.3. Regulador de carga	93
5.3.4. Baterías.....	94
5.3.5. Inversor	95
5.3.6. Elementos de protección	99
5.4. Sistema de distribución eléctrica en 220 V	101
5.4.1. Cálculos eléctricos	102
5.4.2. Cálculos mecánicos de conductores autoportantes	105
5.4.3. Metrado y presupuesto	108
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	113
6.1. Conclusiones	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXO N°01. FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS	117
ANEXO N°02. FICHA TÉCNICA DEL REGULADOR DE CARGA	118
ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA DE LAS BATERIAS	119
ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR	121
ANEXO N°05. CATALOGO DE CABLES NYY DUPLEX	125
ANEXO N°06. CATALOGO DE FUSIBLES	127
ANEXO N° 07. SUBSISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	128
ANEXO N° 08. SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	129
ANEXO N° 09. DIAGRAMA DE CARGA	130
ANEXO N° 10. METRADO	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tabla climática// datos históricos en San Miguel de Cutervo	17
Tabla N° 2: Operacionalización de variables.....	72
Tabla N° 3: Radiación solar mensual en el caserío Chorro Blanco.....	84
Tabla N° 4: Radiación solar promedio diaria en el caserío Chorro Blanco	85
Tabla N° 5: Radiación solar para el Caserío Chorro Blanco.....	85
Tabla N° 6: tasa de crecimiento para el departamento de Cajamarca para diferentes periodos de tiempo	86
Tabla N° 7: Consumo de energía promedio diario proyectado del caserío Chorro Blanco	88
Tabla N° 8: Paneles solares.....	91
Tabla N° 9: Reguladores de carga.....	94
Tabla N° 10: Costo del banco de baterías.....	95
Tabla N° 11: Tabla de inversores.....	96
Tabla N° 12: Caída de tensión por cada tramo de la instalación fotovoltaica	97
Tabla N° 13: Calculo de la sección de los conductores eléctricos en cada tramo	98
Tabla N° 14: Características eléctricas de los conductores THW-90	98
Tabla N° 15: Selección de fusibles de protección	100
Tabla N° 16: Características eléctricas de los conductores eléctricos seleccionados	103
Tabla N° 17: Distancia mínima del conductor a la superficie del terreno.....	105
Tabla N° 18: Características de los cables autoportantes propuestos	106
Tabla N° 19: Flecha Máxima para el vano básico	107
Tabla N° 20: Costo directo para el subsistema de distribución secundaria	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación de San Andrés de Cutervo en la provincia de Cutervo	11
Figura N° 2: En compañía del teniente alcalde del Caserío Chorro Blanco Sr. Alindor Vásquez	12
Figura N° 3: Subida a chorro blanco, catarata de agua color blanco de referencia al fondo, Chorro Blanco.....	13
Figura N° 4: Viviendas en conjunto con la iglesia en el caserío Chorro Blanco.....	14
Figura N° 5: Local Comunal en el caserío Chorro Blanco	15
Figura N° 6: Iglesia en el caserío Chorro Blanco	15
Figura N° 7: Clima de Chorro Blanco, durante los meses de enero febrero y marzo se torna con neblina y constante lluvia en la zona	16
Figura N° 8: Paneles solares y sus principales componentes	33
Figura N° 9: Encuesta a los pobladores del Caserío Chorro Blanco	74
Figura N° 10: Diagrama del sistema fotovoltaico propuesto	80
Figura N° 11: Sub sistema de distribución de energía eléctrica propuesta.....	81
Figura N° 12: Distancia mínima entre filas de módulos instalados en el mismo plano	92
Figura N° 13: Fusibles para aplicaciones fotovoltaicas.....	100
Figura N° 14: Estimación de la energía diaria en una unidad de vivienda	104

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

En la actualidad la electricidad se ha convertido en una necesidad imprescindible para el ser humano lo que hace que su ausencia cause molestias. Si embargo no todos los lugares de nuestro país cuentan con dicho servicio.

Muchas zonas rurales del Perú, por su lejanía y difícil acceso, no cuentan con redes de energía eléctrica y por lo tanto sus habitantes están privados de este servicio y carecen de acceso al uso de electrodomésticos, al uso de medios de extracción y/o bombeo de agua potable, a la utilización de medios para cocción de alimentos sin leña, al uso de los sistemas de comunicación, a la utilización de iluminación eléctrica, al uso de los medios de refrigeración de alimentos, a equipos de lavandería, a la posibilidad de utilizar y aplicar pequeñas herramientas eléctricas, al uso del computador y al uso de medios de diversión y de información como la televisión y la radio.

Estas necesidades insatisfechas se podrían resolver al menos parcialmente generando electricidad local mediante la aplicación de la energía solar fotovoltaica y por lo tanto se propone el dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico.

1.2. Realidad Problemática

La electricidad, como forma moderna de energía, es un vector esencial en la lucha contra la pobreza y es una de las condiciones necesarias para avanzar en el desarrollo, pero actualmente hay cerca de 1,600 millones de personas que no tienen acceso a la electricidad y las zonas del mundo con menor acceso coinciden sospechosamente con aquellas regiones en donde se localizan las zonas de mayor pobreza. La falta de cobertura eléctrica afecta sobre todo a la población rural, que es, por otro lado, donde reside la mayoría de la población en extrema pobreza. El 80% de las personas sin acceso a electricidad vive en zonas rurales¹

El caserío Chorro Blanco se encuentra ubicado en el Distrito de San Andrés de Cutervo, provincia de Cuervo, Departamento de Cajamarca. La población no cuenta con el servicio de energía eléctrica, los habitantes de este Caserío siempre han utilizado como fuente de iluminación las velas, mecheros.

Las electrificaciones en zonas aisladas actualmente tienen diversas soluciones con el uso de fuentes renovables.

En esta tesis se considera el uso de sistemas fotovoltaicos que cumplan con los requerimientos energéticos del Caserillo Chorro Blanco.

¹ <https://sites.google.com/site/articulosjevecra/articulos-1/contenidoarticulos>

1.3. Formulación del Problema

¿Utilizando la energía solar se podrá lograr suministrar de energía eléctrica al caserío Chorro Blanco ubicado en San Andes de Cutervo?

1.4. Delimitación de la Investigación

El sistema eléctrico fotovoltaico que será implementado en el caserío Chorro ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo provincia de Cutervo en el departamento de Cajamarca (ver Figura N° 1)



Figura N° 1: Ubicación de San Andrés de Cutervo en la provincia de Cutervo²

² http://www.perutouristguide.com/english/06ca/english_06cu_mapa_cutervo.html

Las coordenadas del caserío Chorro Blanco³.

Latitud: -6,21433166667

Longitud: -78,78350000000

Acceso al caserío Chorro Blanco

El centro poblado Chorro blanco se encuentra ubicado en un anexo entre los distritos de San Andrés y Santo Tomas, para llegar hasta el punto es un poco hostil y casi inaccesible por situarse en las alturas y el camino casi de herradura, tan solo transitable para mulas, caballos etc.



Figura N° 2: En compañía del teniente alcalde del Caserío Chorro

Blanco Sr. Alindor Vásquez⁴

³ <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

⁴Elaboración propia



Figura N° 3: Subida a chorro blanco, catarata de agua color blanco de referencia al fondo, Chorro Blanco⁵

El tiempo de llegada al anexo de subida de Chorro Blanco desde el distrito de San Andrés es de 180 minutos en minivan

Durante el encaminamiento al centro poblado Chorro Blanco a un tiempo aproximado de 1 hora de caminata en pendiente en camino pedregoso se encuentra un pequeño centro poblado llamado “PAJONAL”

Se siguió la caminata durante aproximadamente 180 minutos de camino pedregoso se llega a centro poblado Chorro Blanco.

⁵Elaboración propia

El centro poblado carece de servicios básicos, uno de ellos es el servicio de suministro de energía eléctrica y consta de las siguientes instalaciones:

01 pequeña iglesia

01 local comunal

25 viviendas



Figura N° 4: Viviendas en conjunto con la iglesia en el caserío Chorro Blanco⁶

⁶Elaboración propia



Figura N° 5: Local Comunal en el caserío Chorro Blanco⁷



Figura N° 6: Iglesia en el caserío Chorro Blanco⁸

Climatología

Enero es el mes más cálido del año. La temperatura en enero promedios 17,5 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 16,0 ° C

⁷ Elaboración propia

⁸ Elaboración propia



Figura N° 7: Clima de Chorro Blanco, durante los meses de enero febrero y marzo se torna con neblina y constante lluvia en la zona⁹

Si se quiere llegar hacia Chorro blanco se tiene que subir con una persona adicional (Acompañante) y en transporte de la zona, en este caso Mula por la distancia de recorrido (aproximadamente 20 km) y tiempo que es de aproximadamente 2 horas y media de camino hasta chorro blanco y camino a pie.

⁹Elaboración propia

Tabla N° 1: Tabla climática// datos históricos en San Miguel de Cutervo¹⁰

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	17.5	17.4	17.3	17.2	16.8	16.4	16	16.3	16.8	17.2	17.3	17.4
Temperatura min. (°C)	11.6	11.6	11.5	11.4	10.1	9.4	9.4	9.5	10.4	11	10.7	10.7
Temperatura máx. (°C)	23.5	23.2	23.1	23.1	23.5	23.5	22.7	23.1	23.2	23.5	24	24.1
Temperatura media (°F)	63.5	63.3	63.1	63.0	62.2	61.5	60.8	61.3	62.2	63.0	63.1	63.3
Temperatura min. (°F)	52.9	52.9	52.7	52.5	50.2	48.9	48.9	49.1	50.7	51.8	51.3	51.3
Temperatura máx. (°F)	74.3	73.8	73.6	73.6	74.3	74.3	72.9	73.6	73.8	74.3	75.2	75.4
Precipitación (mm)	77	78	115	96	64	41	36	38	73	103	91	64

¹⁰ <https://es.climate-data.org/location/1021882/>

1.5. Justificación e Importancia de la Investigación

La presente tesis busca, mediante la aplicación de las teorías y conceptos sobre energía eléctrica y solar, alternativas que permitan que con la utilización de energías no convencionales como la solar se pueda suministrar energía eléctrica.

la implementación eléctrico fotovoltaico se justifica en los siguientes aspectos:

Ambiente

Su implementación contribuye a reducir el efecto invernadero producido por las emisiones de CO₂ a la atmósfera, así como el cambio climático provocado por las energías convencionales.

Aporte técnico

La realización del proyecto de un sistema fotovoltaico autónomo ayudará al desarrollo energético del país principalmente en las zonas no inter conectadas.

Económico

Se determina la viabilidad económica de la solución estudiada que permite valorar el uso de este tipo de instalaciones para la obtención de energía eléctrica limpia, comparada con la obtención de la energía eléctrica de la red y el costo que tiene llevarlo hasta esas zonas no beneficiadas.

Social

El proyecto de nuestra tesis está enfocado a electrificar el caserío Chorro Blanco por medio del dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, se pretende solventar las necesidades principales como son iluminación de la vivienda, por lo que de esta forma el proyecto podrá beneficiar a cada una de las familias de las comunidades rurales; pues a causa de la difícil geografía de nuestro territorio, la falta de inversión y sobre todo por la falta de tecnología no ha sido posible abastecer a este tipo de comunidades en nuestro país con este importante servicio; como es el de la energía eléctrica, ya que de él dependen otros servicios como son educación, servicios médicos en general y lo más importante para una mejor calidad de vida.

Científico

La investigación busca, mediante la aplicación de las teorías y conceptos sobre energía eléctrica y solar, buscar alternativas que permitan y promuevan la utilización de energías alternativas como la solar ya que estas son inagotables.

1.6. Limitaciones de la Investigación

Los datos de radiación solar fueron obtenidos de tres fuentes: al atlas solar del SENAMHI del 2003 de la NASA, y el uso del software SOLARIUS PLUS.

Desconocimiento por parte de los pobladores de los sistemas de generación fotovoltaica.

Resistencia al cambio por parte de la comunidad, no contar con los recursos económicos para realizar la compra de los equipos y el mal uso de los paneles y demás montaje instalado por parte de la comunidad.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

El objetivo de la tesis es dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Chorro Blanco.

1.7.2. Objetivo Específicos

- a) Estimar la demanda de energía proyectada del caserío Chorro Blanco
- b) Realizar una investigación sobre los niveles promedios de radiación que se registran en el caserío Chorro Blanco y los equipos para el subsistema de generación fotovoltaica, dimensionar los equipos para en el sistema de generación fotovoltaica.
- c) Dimensionar el subsistema de distribución eléctrica en baja tensión de 220 V.
- d) Estimar el presupuesto necesario del sistema eléctrico fotovoltaico.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios

Contexto Internacional

Según **Fabio de Jesús Acebedo Garcés** en su tesis titulado “Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios” Hace un estudio donde describe brevemente el desarrollo teórico de la tecnología fotovoltaica, desde el descubrimiento del fenómeno fotoeléctrico en el año de 1839, hasta la actualidad. Se explica la composición y el funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico, y de cada una de sus partes o elementos.

Se detalla la construcción, operación y comportamiento de los módulos solares fotovoltaicos de silicio, se incluyen curvas de las variables que los caracterizan. De igual forma, se definen las baterías de plomo ácido, los reguladores – controladores de carga y los inversores CC/CA para aplicaciones solares de tipo aislado.

Se definen las características técnicas de la instalación solar fotovoltaica objeto de este trabajo, su lugar de instalación y su aplicación específica. Se determinan las variables a tener en cuenta en el diseño: cargas a alimentar, demanda máxima, consumo de energía eléctrica diario y mensual y radiación solar.

Posteriormente, se presentan los cálculos necesarios para dimensionar el sistema solar fotovoltaico; se calcula la radiación solar sobre los paneles a instalar, se calculan y dimensionan todos los equipos de la

instalación: paneles, regulador, banco de baterías, inversor y calibres de cables y de tuberías.

Finalmente, se elaboran los esquemas que completan el diseño de la instalación solar fotovoltaica¹¹.

Así mismo **Juana Kareli Tercero Ubau** en su trabajo de tesis de "Diseño de una minicentral solar fotovoltaica autónoma con una capacidad de 2,7 kWp para electrificar la comunidad de La Fortuna-MiraFlor Moropotente, Estelí". Este proyecto está dividido en dos fases: La primera fase es el diseño y/o dimensionado del sistema solar fotovoltaico, llevada a cabo en Alemania, en FH Bielefeld, Universidad de Ciencias Aplicadas y la segunda fase es el diseño de la Red de Distribución de la energía producida. como objetivo principal con dichas fases culminada es ejecutar este pequeño proyecto, que está dirigido a beneficiar a la comunidad de La Fortuna, proporcionando energía eléctrica con fuentes de energía renovable y así evitar daños al lugar que pertenece a un área protegida, con esto se espera mejorar la calidad de vida de las personas, proporcionándoles el servicio de energía eléctrica, con la energía que nos proporciona el sol, transformándola en energía eléctrica a través de módulos fotovoltaicos, la cual está diseñada para generar 2.7kWp a 11 viviendas y una iglesia a las que se les distribuirá la energía en la comunidad La Fortuna, que

¹¹ Acevedo Garces, Favio de Jesus. «Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios.» Bogota, 2016.

con el tiempo cuya capacidad puede aumentar en base a la cantidad demandada de energía¹².

Contexto nacional

A si mismo **Delfor Flavio Muños Anticon**a en su trabajo de tesis de "Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país". En esta tesis se plantea el uso de la energía solar, como alternativa de solución inmediata a los problemas de electrificación rural en zonas aisladas y de frontera, con población dispersa y baja demanda de energía y que no cuentan con la posibilidad de acceder a los sistemas de electrificación convencionales. La aplicación de esta alternativa se basa en criterios principales tales como el de priorización, análisis de sostenibilidad y un escenario probable con el cual se desea cumplir las metas propuestas en el Plan Nacional de Electrificación Rural¹³.

Según **Paulo Daniel Valdiviezo Sales** en su trabajo de tesis de "Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles de la PCPU". En esta tesis se plantea el uso de la energía solar, como alternativa de solución

El principal objetivo de la tesis es fomentar el interés e investigación en energía renovable por parte de la comunidad con estudios superiores,

¹² Tercero Ubau, Juana Karelia. «Diseño de una minicentral solar fotovoltaica autónoma con una capacidad de 2,7 kWp para electrificar la comunidad de La Fortuna-MiraFlor Moropotente, Estelí.» Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Estelí-Nicaragua, 2015.

¹³ Muñoz Anticon, Delfor Flavio. «Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país.» Lima, 2005.

mediante el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para abastecer a 15 computadoras portátiles en la PUCP.

Se definen los conceptos más relevantes, los principales fundamentos teóricos y las características de los equipos que conforman una instalación fotovoltaica aislada, utilizando bibliografía de autores con presencia en la industria fotovoltaica. Los datos de radiación solar fueron obtenidos de la Estación climatológica Hipólito Unanue en la PUCP y se estima la demanda del consumo energético, el cual tiene un valor de 158,4 Ah/día. Luego, se dimensiona la cantidad de baterías, paneles fotovoltaicos, inversores y controladores a emplear.

12 baterías 250 Ah / 12V (3 ramales de 2 paralelo y 2 en serie).

24 paneles de 150 Wp. (3 ramales de 4 paralelo y 2 en serie)

3 controladores de 50A y 24V.

1 inversor 24V/230V – 1200w

Asimismo, se estima la distancia y características de los cables de acuerdo a la ubicación y cargas, y se dimensionan elementos de protección¹⁴.

Contexto local

Según **Jorge Máximo Moran Santamaría**; en su tesis de Ingeniería titulado “Análisis y Evaluación para la Viabilidad Técnico Económico en el uso de la Energía Solar Fotovoltaica para el Centro Poblado Cruz de Pañalá – Distrito de Mórrope”; hace un estudio de electrificación con

¹⁴ Valdiviezo Salas, P. D. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP*. Lima.

energía solar para el centro poblado Cruz de Pañalá, el cual carece de energía eléctrica de manera geográfica por tener limitaciones al acceso de redes eléctricas por su distancia, altos costos de transporte y recursos energéticos limitados, lo que hace tener un costo elevado en la generación de energía; el cual lo llevo a la evaluación de otros recursos de energía renovable y su rentabilidad.

En este estudio el autor concluye que en el centro poblado Cruz de Pañalá distrito de Mórrope, si es rentable implementar un Sistema Fotovoltaico para uso doméstico y productivo frente a otras alternativas de generación eléctrica como la convencional, por ser una zona aislada. Y de acuerdo a la evaluación económica, la inversión a realizar en beneficio de las 40 familias suministrando energía con sistemas fotovoltaicos es de S/. 393,154.87 y con la electrificación convencional es de S/. 1 584,052.88 la cual es muy superior¹⁵.

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

2.2.1. Conversión de luz solar en energía eléctrica

2.2.1.1. Efecto fotovoltaico

Para entender el principio de operación de las celdas es necesario entender el efecto fotovoltaico (FV), por tanto, describir el funcionamiento de la unión n-p. Además, ya que

¹⁵ Moran Santamaria, J. M. (2013). *Análisis y evaluación para la viabilidad técnico y económico en el uso de la energía fotovoltaica para el centro poblado Cruz de Pañala*. Lambayeque.

hasta hoy el material más utilizado para su construcción es el silicio, se tomará en consideración la celda de silicio.

El silicio tiene 14 electrones de los que 4 son de valencia, lo que quiere decir que están disponibles para unirse con electrones de valencia de otros átomos. En un cristal de silicio puro, cada átomo está unido de forma covalente con otros 4 átomos así que dentro del cristal, como consecuencia del enlace químico, no hay electrones libres.

Para formar una región tipo p (capa positiva), algunos de los átomos de silicio del cristal se sustituyen con átomos de fósforo, elemento que tiene 5 electrones de valencia: 4 son utilizados para enlaces químicos con átomos adyacentes de silicio, mientras que el quinto puede ser separado del átomo de fósforo y así tener libertad de movimiento en el retículo del cristal.

Para una región tipo n (capa negativa), de forma análoga, la sustitución se realiza con átomos de boro, que sólo tiene 3 electrones de valencia, entonces faltará un electrón para completar los enlaces químicos con los átomos adyacentes de silicio. Este electrón que falta actúa como si fuera un electrón “positivo” y se le llama hueco.

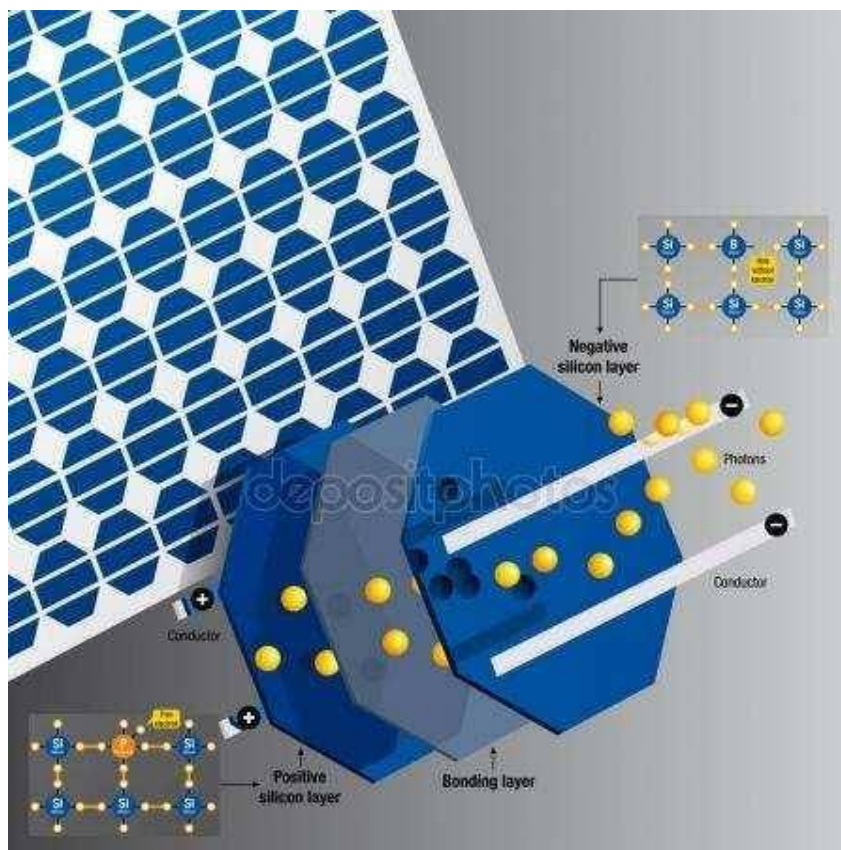


Figura N° 1: Funcionamiento del Panel Fotovoltaico¹⁶

2.2.1.2. La celda solar

La conversión de energía solar en energía eléctrica se lleva a cabo en la celda fotovoltaica, se debe al fenómeno físico de interacción entre fotones luminosos provenientes del Sol con electrones de un material semiconductor, dicho fenómeno es conocido como “efecto fotovoltaico”. La energía recibida del sol provoca un movimiento de electrones en el interior del material, si se unen dos regiones de un semiconductor con

¹⁶ <https://sp.depositphotos.com/149507740/stock-illustration-parts-and-operation-of-a.html>

concentraciones diferentes de electrones se provoca un campo electrostático constante que conducirá al movimiento de electrones en la dirección que se desee.

Internamente las celdas fotovoltaicas están constituidas por una capa de semiconductor tipo n y una tipo p, unidas metalúrgicamente entre sí, luego unidas eléctricamente en sus extremos superior e inferior por medio de dos contactos (para su conexión al exterior). Adicionalmente se aplica una capa antirreflejo y una transparente para protegerlas del exterior.

Componentes básicos de una celda solar:¹⁷

a) Placa de vidrio.

Es aquella que permite ingresar la luz a las celdas y protege a los semiconductores en la celda de los elementos.

b) Capa anti – reflectiva.

Es aquella que esta entre la placa de vidrio y el semiconductor, y tiene la función de minimizar la pérdida de luz por reflejo.

c) La capa de semiconductor tipo n.

Es aquella que tiene una concentración de electrones excitados mayor a la de la capa tipo p, lo cual provoca que las cargas eléctricas de esta capa se pasen a la capa de tipo p provocando una diferencia de potencial con la otra capa.

¹⁷Fuente especificada no válida.

d) Plancha de semiconductores tipo n y tipo p.

Es aquella en la que se encuentran colocados los semiconductores tipo n y tipo p y están enlazados a través de un camino o vía que actúa como conductor por el cual circulan los electrones para ir del semiconductor tipo n al tipo p, generando un campo eléctrico en este cable.

e) La capa de semiconductor tipo p.

Es aquella que tiene una deficiencia de electrones, lo cual atrae a los electrones excitados provenientes de la capa tipo n, provocando que se genere una diferencia de potencial entre ambas capas de semiconductor, mejor conocido como voltaje.

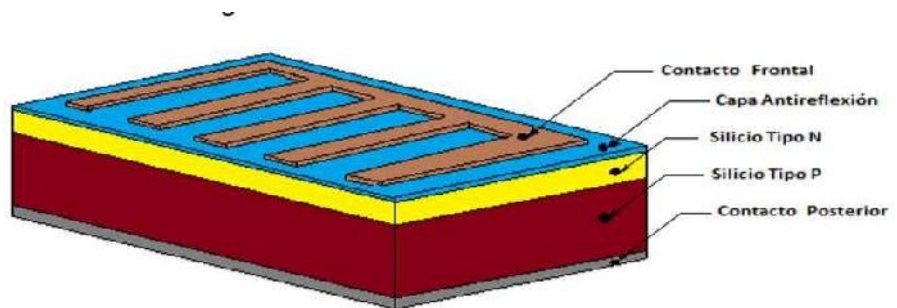


Figura N° 2: Fabricación de Celda Solar¹⁸

2.2.1.3. Tipos de celdas solares fotovoltaicas

Son las celdas que predominan hoy en el mercado mundial. Esto se debe a sus características: madurez, confiabilidad y larga vida útil (de 20 a 30 años). Dentro de ellas se distinguen distintos tipos

¹⁸Fuente especificada no válida.

1. Silicio Monocristalino

Este tipo de celdas están hechas de un solo cristal de silicio de muy alta pureza. La eficiencia de estos módulos ha llegado hasta el 17%. Los módulos con estas celdas son los más maduros del mercado, proporcionando con esto confiabilidad en el dispositivo de tal manera que algunos fabricantes los garantizan hasta por 25 años. Son bastante caras y difíciles de conseguir. Son escasas. Algunas marcas dan muy buenos rendimientos – mejores que cualquier otro tipo de célula - superiores al 30%.



Monocristalino

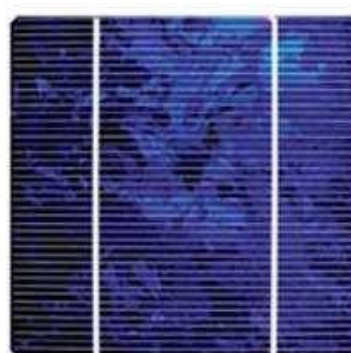
Figura N° 3: Celda Solar de Silicio Monocristalino¹⁹

2. Silicio Policristalino

Estas son fabricadas de Silicio, mezclado con Arsenio y Galio. Son más sencillas de conseguir y tienen un

¹⁹ <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>

rendimiento menor que las anteriores, pero nada despreciable, de un 15% aproximadamente. No duran tanto tiempo como las anteriores, pero son perfectas para lugares en los que las condiciones ambientales hagan que, por muy duradera que sea la célula, se rompa igual... la alta montaña o el desierto son ejemplos.



Policristalino

Figura N° 4: Celda Solar de Silicio Policristalino²⁰

3. Silicio Amorfo

Este tipo de celdas tienen baja durabilidad, pero “bajo costo”. Son las más baratas, pero las menos duraderas y rendidoras. Su eficiencia es de un 6 a 10% y tiende a cero con su envejecimiento. Proporcionan una cantidad de energía muy baja. Se construyen a base de evaporar encima de un cristal el material semiconductor o por medio foto reactivo y colocar un par de electrodos en cada una de las

²⁰ <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>

unidades correspondientes. La garantía del producto puede ser hasta por 10 años dependiendo del fabricante.



Figura N° 5: Celda Solar de Silicio Amorfo²¹

2.2.1.4. Paneles solares²²

Los *módulos o paneles solares fotovoltaicos* están conformados por un grupo de celdas solares interconectadas entre sí y protegidas contra la intemperie, impactos y corrosión. En la Figura N° 8 se muestra el aspecto físico de un grupo de paneles solares y sus partes principales.

Como se observa, el conjunto de células está cubierto por elementos que le confieren protección frente a los agentes externos y rigidez para acoplarse a las estructuras que los

²¹ <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>

²² (Prado Mora 2008)

soportan. Los principales elementos que lo conforman son los siguientes:

Encapsulante: Material que protege las celdas dentro del panel, debe presentar un índice elevado de transmisión de la radiación y baja degradación por efecto de los rayos solares.

Cubierta exterior de vidrio templado: Permite que el panel resista condiciones climatológicas adversas y maximiza la transmisión luminosa, debe soportar cambios bruscos de temperatura.

Cubierta posterior: Constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre las células, haciendo que vuelva a incidir otra vez sobre éstas.

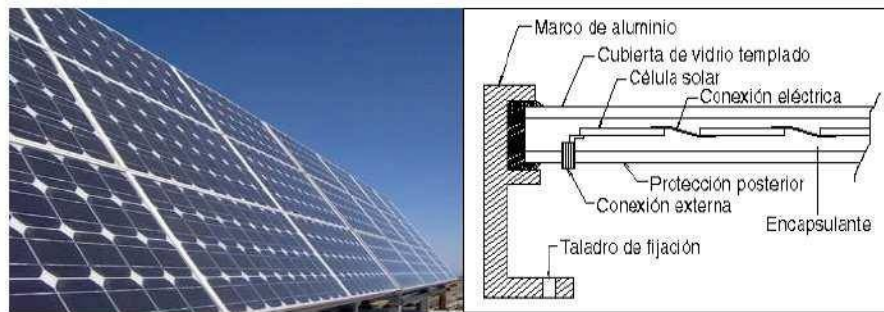


Figura N° 8: Paneles solares y sus principales componentes²³

Marco de metal: Se construye generalmente de aluminio lo que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto. En el se encuentran mecanismos que permiten el montaje del panel sobre la estructura de soporte.

Caja de terminales: Incorpora los bornes para la conexión del módulo.

²³ (Prado Mora 2008)

Diodo de protección: Impide daños por sombras parciales en la superficie del panel.

El voltaje de los paneles depende del número de celdas solares que se conecten en serie y de la estructura cristalina del semiconductor usado. Los voltajes nominales son en general 12 o 24 Vdc. La vida útil de un panel solar fotovoltaico se considera que es entre 25-30 años y la eficiencia de dichos módulos se encuentra generalmente entre 9 y 15%.

La potencia nominal de los módulos indica la cantidad de energía que genera bajo condiciones nominales. Es decir, un módulo de 80 W de potencia nominal produce 80 Wh

si durante una hora recibe la cantidad de radiación para la que fue diseñado. De forma que la potencia generada por el panel puede ser menor que la potencia nominal para condiciones de poca radiación solar.

El valor de corriente y voltaje necesarios para una aplicación específica se obtiene conectando paneles en paralelo o en serie.

2.2.1.5. Conexión de paneles solares

Existen formas de conexión para los paneles fotovoltaicos:

1.1.1.5.1. Incremento el voltaje²⁴

Los módulos solares se conectan en serie para obtener voltajes de salida más grandes. El voltaje de salida, V_s , de módulos conectados en serie está dado por la suma de los voltajes generados por cada módulo.

$$V_c = \sum_{i=1}^n V_i$$

Una forma fácil de entender el concepto de sistemas conectados en serie, es mediante la analogía presentada en la Figura N° 11 entre un sistema hidráulico y un eléctrico. Como se puede observar en el sistema hidráulico (izquierda) el agua que cae desde cuatro veces la altura de 12 metros produce una caída de agua con cuatro veces la presión a la misma tasa de flujo, 2 L/s. La cual se puede comprar con los 48 voltios que el sistema eléctrico (derecha) alcanza al pasar una corriente de 2 amperios por cuatro módulos conectados en serie. La corriente se compara con el flujo ya que ambas permanecen constantes en el circuito, y el voltaje es análogo al papel de la presión en el sistema hidráulico.

²⁴Fuente especificada no válida.

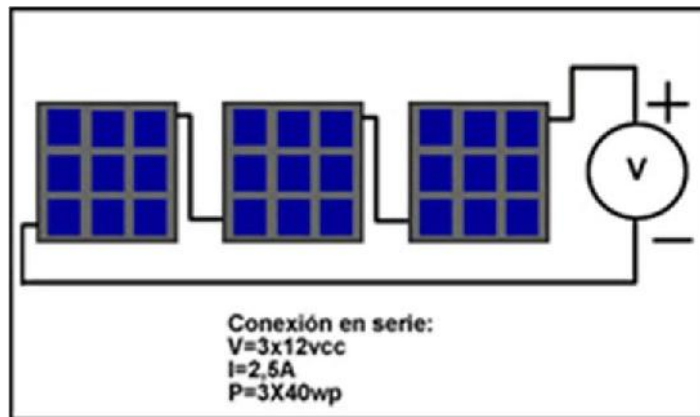


Figura N° 6: Conexión en serie de Paneles FV²⁵

1.1.1.5.2. Incremento de corriente²⁶

Los módulos solares o paneles se conectan en paralelo para obtener corrientes generadas más grandes. El voltaje del conjunto es el mismo que el de un módulo (o un panel); pero la corriente de salida, I_s , es la suma de cada unidad conectada en paralelo.

$$I_c = \sum_{i=1}^n I_i$$

De manera similar al sistema conectado en serie, los sistemas conectados en paralelo también pueden ser comparados en un sistema hidráulico, tal y como se muestra en la Figura N° 12. En el sistema hidráulico (arriba) el agua que cae de la misma altura, da la misma presión que cada bomba individual, pero el flujo es igual al total de los flujos de todas las bombas. Entonces en el sistema eléctrico, el voltaje permanece constante y la

²⁵ <http://solete.nichese.com/conexion.html>

²⁶ Fuente especificada no válida.

corriente de salida de los cuatro módulos es sumada, produciendo 8 amperes de corriente a 12 voltios.

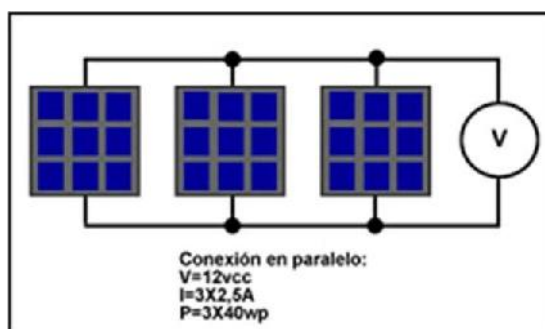


Figura N° 7: Conexión en paralelo de Paneles FV²⁷

1.1.1.5.3. Conexión serie-paralelo²⁸

En la Figura N° 13 se muestra un ejemplo de módulos conectados en serie y en paralelo. En ella también se muestra la posición de los diodos de paso y el diodo de bloqueo. Este último debe ser calculado tomando en consideración la máxima corriente que generará el arreglo fotovoltaico en condiciones de corto circuito. La norma internacional dice que el valor de la corriente que soporta el diodo debe ser por lo menos 1.56 veces el valor del corriente circuito del arreglo de corto.

²⁷ <http://solete.nichese.com/conexion.html>

²⁸ Fuente especificada no válida.

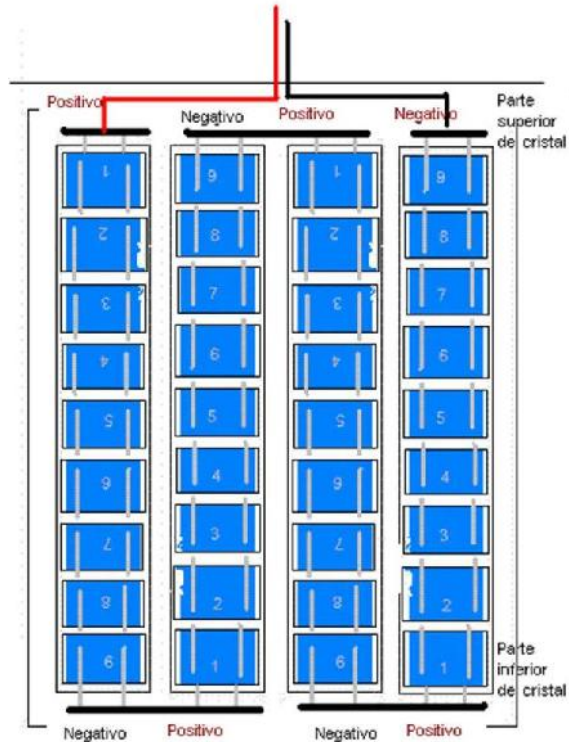


Figura N° 8: Conexión serie/paralelo de Paneles FV²⁹

2.2.2. Tipos de sistemas fotovoltaicos

2.2.2.1. Sistemas aislados³⁰

Se trata de sistemas de energía solar que se caracterizan por el uso de baterías, puesto que es necesario un sistema de acumulación que nos proporcione energía en las horas del día en las que la intensidad lumínica no sea suficiente para ofrecer la electricidad necesaria. Por esto, durante las horas de luz en las que se consume menos energía de la que se produce, la energía sobrante es la que debemos almacenar.

²⁹ <http://eliseosebastian.tumblr.com/post/32970393199/dimensionamiento-y-conexiones-de-paneles-solares>

³⁰ (Lopez Argumedo 2009)

a) Elementos propios del sistema

Los principales componentes que forman un sistema fotovoltaico aislado son:

Módulos fotovoltaicos

Regulador de carga

Inversor

Sistema de acumulación (baterías de acumulación)

El regulador de carga: será usado para cargar en el sistema la energía. Como característica principal destacar que protege a la batería de sobrecargas por parte del generador fotovoltaico y de la descarga por exceso de uso. Puesto que ambos hechos afectan en el correcto funcionamiento del sistema.

El sistema de acumulación: está formado por un conjunto de acumuladores recargables, dimensionado de forma que garantice la suficiente autonomía de alimentación de la carga eléctrica. Las baterías que se utilizan con esta finalidad son acumuladores de tipo estacionario y sólo en casos muy especiales es posible utilizar baterías tipo automoción.

Las baterías para uso fotovoltaico tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Bajo valor de autodescarga
- 2) Larga vida útil
- 3) Manutención casi nula
- 4) Elevado número de ciclos de carga-descarga

La función del *inversor*: en los sistemas aislados, al igual que en los sistemas conectados a red, es la de transformar corriente continua (CC) producida por el campo fotovoltaico, en corriente alterna (CA), necesaria para la alimentación directa de los usuarios.

En este caso, el inversor tiene que estar dimensionado para poder alimentar directamente la carga que se le quiere conectar.

Para estas instalaciones el uso de un inversor es incluso opcional, se podría elegir el alimentar la carga directamente con corriente continua de baja tensión.

b) Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados de la red eléctrica son:

Aplicaciones espaciales: Utilizado en los equipos electrónicos de satélites y naves espaciales.

Sector de gran consumo: Calculadoras, relojes, etc.

Telecomunicaciones: Existen multitud de equipos de telecomunicaciones situados en zonas de difícil acceso, alejados de la red eléctrica, alimentados por energía solar fotovoltaica. En estos casos, normalmente, la solución solar es la más económica y fiable. Son ejemplos característicos: repetidores de televisión, equipos de radio, antenas de telefonía móvil, etc.

Señalización: La señalización marítima y terrestre es una de las grandes aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos. Así son numerosos los ejemplos en balizamiento de aeropuertos, señalización de carreteras y puertos, etc...

Bombeo: En pozos alejados de la red eléctrica, para el bombeo. Estas instalaciones se adaptan muy bien a las necesidades ya que en los meses más soleados, que es normalmente cuando más agua se necesita, es cuando más energía se produce. En estos sistemas el almacenamiento de energía suele ser en forma de energía potencial, bombeando el agua a depósitos elevados.

Zonas protegidas: En parajes naturales, donde por motivos de protección ambiental se recomienda no instalar tendidos eléctricos aéreos, en ocasiones, resulta más rentable utilizar sistemas fotovoltaicos en lugar de tendidos subterráneos o grupos electrógenos que utilizan combustibles fósiles.

Electrificación de viviendas aisladas: Si la distancia del punto de consumo a la red eléctrica es excesiva.

Alumbrado de calles y carreteras: La posibilidad de utilizar sistemas de iluminación autónomos de fácil instalación y mínima obra civil hace que sea una solución adecuada en muchas ocasiones.

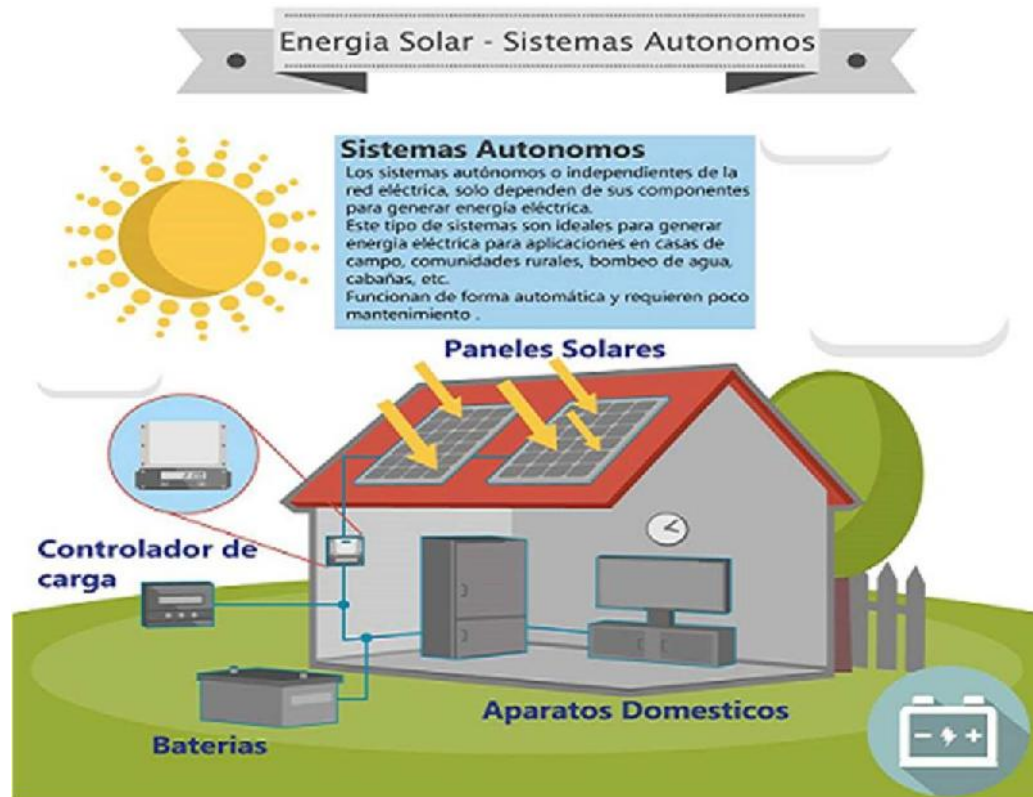


Figura N° 9: SFV Autónomo³¹

2.2.2.2. Sistemas conectados a red

Los sistemas fotovoltaicos pueden o no incluir un sistema de acumulación para satisfacer las demandas de la carga, esto dependerá de las necesidades del usuario.

Los SFVCR en las horas de alta radiación, transmiten a la red de distribución el exceso de energía, mientras que en las horas de baja o nula radiación la carga consume energía de la red. Debido a que es poco probable la interrupción de

³¹ http://www.abmsisa.com/servicios_SFVA_ER.html

servicio de energía eléctrica, estos sistemas son muy confiables. En los SFVCR, el dimensionamiento consiste básicamente en elegir la mejor elección de los paneles e inversores.

En este tipo de sistemas la fiabilidad no tiene mayor relevancia, volviéndose trascendental el tema de la energía generada y la energía consumida por la carga, lo que nos lleva a estudiar el tema de pérdida de carga horaria, con la cual podemos analizar la cantidad de energía consumida y entregada a la red.

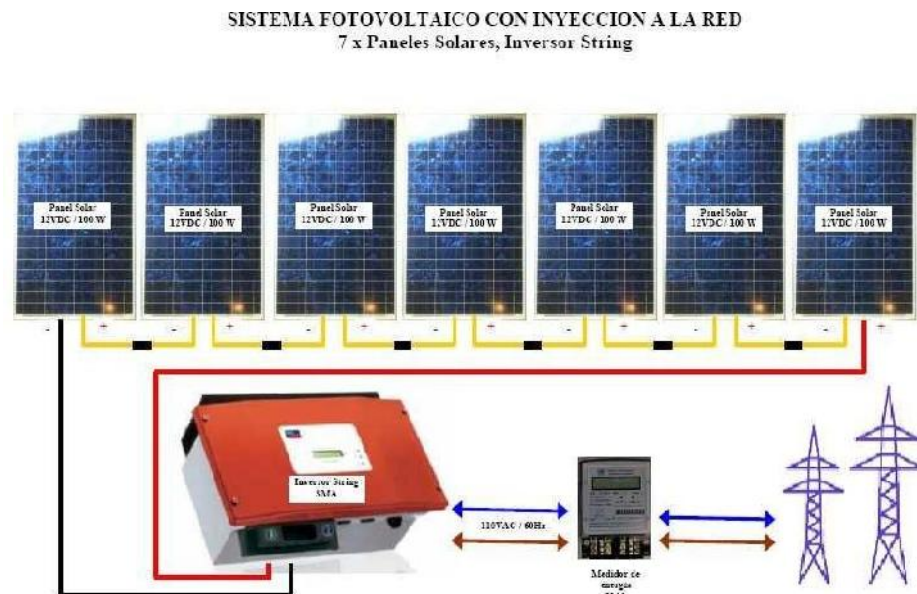


Figura N° 10: SFV conectado a red³²

³² <https://www.proviento.com.pe/sfv.html>

2.2.3. Sistemas fotovoltaicos aislados

2.2.3.1. Generador fotovoltaico³³

Se compone de uno o más módulos fotovoltaicos interconectados para conformar una unidad generadora de corriente continua.

Los fallos que se presentan generalmente en sistemas FV no se asocian al generador, sino a los otros componentes del sistema (baterías, regulador, etc.). Por lo que se considera que este es uno de los componentes de más alta fiabilidad.

En algunos módulos, los fabricantes incluyen diodos de paso para protegerlos contra el fenómeno de “punto caliente”. La probabilidad de que un módulo FV sea dañado por este fenómeno es despreciable en sistemas CC de menos de 24V, por lo que el uso de tales diodos es irrelevante en esos casos.

Es preferible la instalación de los módulos FV sobre pedestales o paredes, que hacerlo sobre los tejados. Los montajes sobre pedestal o sobre pared generalmente permiten más fácil acceso a los módulos, sin poner en riesgo la estanqueidad del techo, y este tipo de instalación puede representar un grado de libertad adicional cuando se buscan localizaciones sin sombras para el generador fotovoltaico. Los montajes sobre tejados a veces permiten reducir costos y, por lo tanto, también pueden ser aceptados, a condición de dejar un espacio entre el techo y los módulos para que circule aire.

³³ (Prado Mora 2008)

Los módulos fotovoltaicos con el mismo voltaje nominal pueden conectarse en paralelo sin ninguna restricción, por lo tanto cuando se agranda un generador fotovoltaico sólo es necesario verificar la sección de los cables y la capacidad del regulador para manejar el nuevo valor de la corriente máxima.

2.2.3.2. Dimensionamiento del generador fotovoltaico

El dimensionamiento del generador fotovoltaico debe cumplir con la misión fundamental de asegurar que la energía producida durante el peor mes pueda como mínimo igualar a la demandada por la carga.

Como primer paso debemos conocer el consumo de energía eléctrica de toda la carga, pero este sería el consumo teórico es decir ideal si dimensionáramos el generador fotovoltaico puesto que no tiene en consideración las pérdidas de energía producidas por efecto Joule en los conductores eléctricos y las pérdidas de energía en cada uno de los equipos, para considerar esta situación utilizaremos la siguiente ecuación:

Ecuación 1

$$E_r = \frac{E_t}{R}$$

E_t : Consumo de energia electrica de la carga

E_r : Energia que debe suminsitrar el generador fotovoltaicoa

Donde R es el rendimiento global de la instalación fotovoltaica
definido como:

Ecuación 2:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{N \times K_a}{P_d}\right)$$

Donde:

kb: Coeficiente de pérdidas debidas al rendimiento del
acumulador:

0,05 en sistemas que no se producen descargas intensas

0,1 en sistemas con descargas profundas

kc: Coeficiente de pérdidas en el inversor:

0,005 para inversores de salida senoidal pura, en condiciones
óptimas.

0,1 para condiciones de trabajo lejos de las óptimas

kv: Coeficiente de pérdidas varias (transmisión, efecto Joule,
etc.)

El intervalo de valores de este parámetro que se toma como
referencia es $0,05 < kv < 0,15$

ka: Coeficiente de autodescarga diaria de las baterías, los
valores típicos son:

0,002 para baterías de baja autodescarga (Ni-Cd)

0,005 para baterías estacionarias de plomo ácido (las más
usuales)

0,012 para baterías de alta autodescarga (SLI)

N: Días de autonomía de la instalación

Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería:

No deberá exceder el 80% de la capacidad nominal del acumulador

Ahora considerando el valor de R, podemos obtener la energía que deben suministrar los paneles solares, pero hay que considerar que los paneles solares se seleccionan considerando la potencia pico y por ello necesitamos de tiempo y para ello debemos tener las horas solar pico (HPS).

Horas solar pico (HSP)

La Insolación corresponde a la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual). En otras palabras, es la energía radiante que incide en una superficie de área conocida en un intervalo de tiempo dado. Su unidad de medida es el Watts-hora por metro cuadrado (Wh/m^2). La insolación también se expresa en términos de horas solares pico. Una hora solar de energía es equivalente a la energía recibida durante una hora, a una irradiancia promedio de 1.000 W/m^2 . La energía útil que entrega el panel(es) fotovoltaico(s) es directamente proporcional a la insolación incidente.

Para calcularla se puede asumir que no hay atmósfera o que se mide en la parte alta de ella y se denomina insolación diurna o anual no atenuada, otra forma es medir en la superficie de la

Tierra teniendo en cuenta la presencia de la atmósfera, en este caso se denomina insolación atenuada siendo más complejo calcularla.



Figura N° 11: Gráfica Hora Pico Solar³⁴

Calculo del número de paneles

Ahora estamos en condiciones de poder calcular el número de paneles solares (N_p) y para ello lo aremos siguiendo la siguiente formula el cual considera el número de horas pico solar en el mes más desfavorable y la potencia del panel solar propuesto para la instalación fotovoltaica:

Ecuación 3

$$N_p = \frac{E_r}{0,9 \times HSP \times P_{\text{del panel seleccionado}}}$$

³⁴ <http://espectadordelsigloxxi.blogspot.pe/>

Debido a que generalmente la tensión nominal del sistema en CD es diferente de la tensión nominal de modulo fotovoltaico, generalmente la tensión del sistema es un múltiplo entero de la tensión del panel entonces es necesario agrupar

Ecuación 4

$$N_{\text{modulos en serie}} = V_{\text{de trabajo}} / V_{\text{modulo}}$$

Para determinar el número de ramas en paralelo de paneles se calculará con la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$N_{\text{ramas de modulos en paralelo}} = N_{\text{modulos}} / N_{\text{modulos en serie}}$$

2.2.3.3. Estructura de soporte mecánica para el generador

La función principal de la estructura soporte será la de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, proporcionándoles la inclinación y orientación óptimas, con objeto de maximizar la generación de energía eléctrica.



Figura N° 12: Estructura de Soporte³⁵

2.2.3.4. Regulador de carga

El regulador es un dispositivo utilizado en los sistemas fotovoltaicos autónomos y su función es controlar y proteger el estado de la batería mediante una supervisión permanente del voltaje en los bornes de ésta. Si el voltaje desciende de un valor preestablecido por el fabricante, el regulador debe enviar una señal de desconexión al sistema de mando para que este ejecute la desconexión de las cargas conectadas a la batería y permita que esta vuelva a cargarse.

En el caso de sobrecarga, el regulador detecta voltaje por encima del preestablecido, por lo cual debe enviar señal de desconexión de cargas y el circuito de mando debe permanecer abierto hasta que la batería seda parte de esta

³⁵ <http://www.solostocks.com/venta-productos/soportes/soportes-construccion/estructura-metalica-de-soporte-para-modulos-fotovoltaicos-6355632>

carga. De esta forma el regulador debe mantener a la batería trabajando entre unos valores de carga preestablecidos dependiendo del tipo de batería. Para un mayor rendimiento del sistema algunos reguladores corrigen el voltaje que reciben de los paneles y entregan a la batería; de este tipo de reguladores existen dos tipos.

1. Reguladores PWM

Un regulador PWM (Pulse Width Modulation), es un interruptor que conecta el panel solar a la batería. Cuando el interruptor está cerrado, tanto el panel como la batería estarán a unos valores de tensión muy cercanos, cuando la batería alcance su valor nominal el interruptor se abre, en adelante el regulador estará abriendo y cerrando el interruptor para evitar la sobrecarga

2. Reguladores MPPT

Un regulador MPPT (Maximum Power Point Tracking), es un dispositivo computarizado que ajusta el voltaje de entrada que recibe de los paneles para de esta manera extraer la máxima potencia posible, es un convertidor DC/DC que transforma el voltaje de máxima potencia a voltaje menor que debe estar un poco por encima del voltaje nominal de la batería. Cuando la batería ha alcanzado la carga nominal el regulador hace que se abra el circuito y cuando la carga se baja de un valor preestablecido hace cerrar el circuito.



Figura N° 13: Regulador de Carga MPPT 150/85 Blue solar³⁶

2.2.3.5. Dimensionamiento del regulador de carga

Para el dimensionamiento del regulador hay que considerar la corriente de cortocircuito del módulo fotovoltaico y el número de ramas en paralelo es decir estamos considerando la situación más crítica

Ecuación 6

$$I_{\text{mínimo del regulador}} = 1,25 \times I_{\text{Cortocircuito del panel}} \times N_{\text{ramas en paralelo}}$$

Generalmente sucede que la corriente eléctrica mínima es menor que la capacidad de corriente de los controladores o reguladores de carga que comercialmente se encuentran en el mercado por lo que es necesario colocar varios reguladores los cuales se calculan con la siguiente ecuación

³⁶<https://www.monsolar.com/regulador-smart-solar-victron-mppt-150-85-100-terminales-tr-mc4.html>

Ecuación 7

$$N_{\text{reguladores}} = I_{\text{minimo del regulador}} / I_{\text{regulador seleccionado}}$$

2.2.3.6. Sistema de almacenamiento

Algunos SFV necesitan de un sistema de acumulación o un banco de baterías para suministrar a la carga la energía en las horas que no exista radiación solar.

Los arreglos que puede tener el banco de baterías es en serie, paralelo o serie-paralelo, dependiendo de las necesidades de la carga en DC o simplemente se añade un inversor si la carga es en AC.

Existen diferentes tipos de baterías las cuales poseen diferentes características, y su elección dependerá de las necesidades del sistema. Así podemos clasificar a las baterías según el material del que están hechas en las siguientes:

Plomo ácido (Pb-ácido)

Níquel-cadmio (Ni-Cd)

Níquel Metal Hidruro (Ni-Mh) y Litio



Figura N° 14: Baterías o Acumuladores RITAR 200 Ah ³⁷

2.2.3.7. Dimensionamiento del sistema de almacenamiento de energía

La primera etapa en el dimensionado de las baterías, consiste en asegurar que la producción de energía excederá la demanda durante el peor mes. Para lograr esto, la capacidad útil de la batería (capacidad nominal multiplicada por la máxima profundidad de descarga) debe permitir entre 2 y 4 días de autonomía³⁸.

La ecuación (8) permite calcular la capacidad del banco de baterías C (Ah), a partir del consumo energético real E , calculado en la ecuación (1); los días de autonomía N ; la tensión nominal del acumulador V (usualmente 12 V); y la profundidad de descarga permitida Pd .

³⁷ <https://www.amvarworld.com/es/38-baterias-12v-200ah-gel-ag>

³⁸ Días que el sistema puede suministrar energía en ausencia de radiación solar usando solo las baterías

Ecuación 8

$$C_{\text{banco}} = \frac{E \times N}{V \times P_d}$$

Con este dato, puede calcularse el número de baterías que se requieren (N_s) es el número de baterías en serie y (N_p) que es el número de ramas de baterías en paralelo.

Ecuación 9

$$N_{\text{baterias en serie}} = V_{\text{tension de trabajo}} / V_{\text{Tension de la bateria.}}$$

Para calcular el número de ramas de baterías en paralelo en paralelo

Ecuación 10

$$N_{\text{ramas de baterias paralelo.}} = C_{\text{banco}} / C_{\text{de la bateria seleccionada}}$$

2.2.3.8. Sistema de adaptación de corriente (inversor)

Es un dispositivo o elemento que convierte corriente continua en alterna y al mismo tiempo elevan la tensión de 12 o 24 V en 110 o 220 V. Un sistema fotovoltaico sin inversor, utiliza una tensión de 12 Vcc. y una con inversor utiliza una tensión de 120 o 220 Vca.

Una vez que se almacena la energía eléctrica en los acumuladores hay dos alternativas, conectarse directamente de éste para la instalación y utilización de cargas de consumo de 12 Vcc. o 24 Vcc. utilizando un convertidor DC-DC, o bien

convertir la corriente continua en alterna utilizando el inversor para suministrar tensiones de 120 O 220 Vca.



Figura N° 15: Inversor POWER STAR³⁹

2.2.3.9. Dimensionamiento del inversor

Ecuación 11

Potencia de entrada al inversor

$$= \frac{\text{Potencia de la carga}}{\text{Rendimiento del inversor}}$$

Para calcular el número de inversores

Ecuación 12

$$N_{\text{invercorec}} = \frac{\text{Potencia de entrada del inversor}}{\text{Potencia del inversor seleccionado}}$$

³⁹ <http://www.solutec.com.mx/productos/energia-solar/inversores-de-corriente/>

Para el cálculo del cableado, primero calcular eso la corriente eléctrica por cada tramo de conductor

2.2.3.10. Cableado

El cable que se utiliza para interconectar celdas debe ser resistente a la luz solar.

Los cables que bajan hacia las baterías deben estar cubiertos para la intemperie y deben ser de aislante de incombustible.

Deben ser resistente a la corrosión y humedad.

En caso de enterramiento deben estar a 41cm de profundidad.

La caída de voltaje entre las celdas y el resto de los componentes del sistema debe ser menor de 1% del voltaje total.



Figura N° 16: Cables⁴⁰

⁴⁰ <http://spanish.globalsources.com/gsol/I/Photovoltaic-wire/p/sm/1156589558.htm>

Para el cálculo del cableado, primero calcular eso la corriente eléctrica por cada tramo de conductor

Ecuación 13

Para el tramo generador fotovoltaico – controlador, la corriente esta dado por ($I_{MAX \text{ paneles-controlador}}$):

$$I_{MAX \text{ paneles-regulador}} = 1,25 \times I_{\text{Cortocircuito del panel}} \times N_{\text{ramas en paral. x regulador}}$$

Ecuación 14

Para el tramo controlador- inversor, la corriente eléctrica esta dado por ($I_{MAX \text{ inv}}$):

$$I_{MAX \text{ inv}} = 1,25 \times P_{\text{inversor}} / (V_{\text{tension de trabajo}} \times \eta_{\text{inversor}})$$

Para el cálculo de la sección mínima del conductor eléctrico tenemos lo siguiente

Ecuación 15

$$S_{\text{CABLE}} = \frac{2 \times L \times I}{56 \times \Delta V}$$

Donde:

S_{CABLE} = Sección mínima recomendada [mm²].

L = Longitud tramo [m].

I = Corriente para cada tramo de la instalación [A].

ΔV = Caída máxima permitida para cada tramo [V].

Ecuación 16

Para determinar el Angulo óptimo de inclinación de los paneles solares aremos uso de la siguiente ecuación:

$$Q_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\varphi|)$$

donde:

β_{opt} : Angulo de inclinación optimo

$|\varphi|$: Latitud del lugar sin signo

Es una fórmula basada en análisis estadísticos de radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes, que proporciona la inclinación óptima en función de la latitud del lugar:

Ecuación 17

Para determinar la distancia mínima entre filas de módulos fotovoltaicos aremos uso de las siguientes formulas:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \varphi)}; h = L \sin(\beta); D = d + L \cos(\beta)$$

donde:

β : Angulo de inclinación optimo (de la ecuación 16)

φ : Latitud del lugar

Para el dimensionamiento de la red de distribución secundaria tenemos en los cálculos eléctricos la

2.2.3.11. Dispositivos de protección

Los sistemas FV domésticos generalmente operan con tensiones bajas (del rango de 12-24V). En el caso de sistemas de mayor potencia se usa 48 V. El factor que representa mayor peligro en estos casos es la batería, ya que tienen corrientes de cortocircuito muy altas, además contienen ácido sulfúrico y libera gases inflamables. Para evitar este tipo de riesgos, tanto la batería como el regulador de carga deben estar protegidos contra sobrecorrientes y corrientes de cortocircuito. Dichas protecciones deben tener efecto tanto sobre la línea del generador fotovoltaico como sobre la línea de las cargas.

Dichas protecciones pueden realizarse de manera fácil implementando fusibles, diodos, disyuntores u otros; y pueden o no estar incluidas dentro de la caja del regulador.

En cualquiera de los casos, dichas protecciones se consideran parte del regulador en lo relativo a caídas de tensión en las mismas.

La instalación de un sistema de pararrayos completo no es aceptable desde el punto de vista económico, debido a que generalmente el porcentaje de los daños en módulos y reguladores ocasionados por efecto de los rayos es muy bajo, en comparación con elevado aumento en el costo inicial del sistema FV que implica la instalación de tal sistema de protección. Por esta razón, en regiones con tormentas

eléctricas frecuentes se debe instalar algún medio de aislar manualmente los polos positivo y negativo del lado del generador fotovoltaico. De este modo se puede desconectar el generador fotovoltaico cuando hay riesgo de descargas eléctricas atmosféricas.

2.2.4. Electrificación rural con sistemas fotovoltaicos aislados

La experiencia de los últimos tres decenios en materia de sistemas FV para la electrificación rural también ha permitido comprender el potencial y las limitaciones para llevar la tecnología FV a las poblaciones rurales, tanto desde el punto de vista tecnológico como de los requisitos de organización (se presenta un panorama general en el cuadro 2). Una de las conclusiones es que para aprovechar plenamente este potencial hacen falta numerosos cambios institucionales en el sector eléctrico con el fin de permitir participar más activamente al sector privado y estimular la creación de mercados sostenibles de sistemas FV.

Como en toda introducción de una nueva tecnología, al tratar de introducir los sistemas FV en las zonas rurales surgen obstáculos, muchos de ellos relativos a las características de esta tecnología. Otro aspecto más general de la introducción de una nueva tecnología es la necesidad de crear una infraestructura de divulgación de información, promoción, distribución e instalación. Queda fuera del alcance de este

documento describir en detalle estos obstáculos, aunque pueden resumirse como sigue:

- a) Obstáculos de información: falta de conocimiento de la tecnología FV y falta de promoción.
- b) Obstáculos económicos: elevados gastos iniciales de los sistemas FV y falta de sistemas de financiación (crédito accesible);
- c) Obstáculos de dimensión y costos: falta de una base comercial suficiente que garantice la inversión privada, y falta de infraestructura local de instalación y mantenimiento (que incrementa el costo y reduce la fiabilidad).



Figura N° 17: Electrificación rural de SFV⁴¹

Para el dimensionamiento de la red de distribución secundaria se tendrá en cuenta la caída de tensión y capacidad de corriente del conductor propuesto, dado que este debe cumplir con los requerimientos mínimos de caída de tensión.

⁴¹ <https://yanopagoluz.mx/productos-solares/paneles-fotovoltaicos.html>

Ecuación 18

La fórmula para calcular la caída de tensión en redes aéreas es la siguiente:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

I = Corriente eléctrica que recorre el circuito, en A

L = Longitud del tramo, en m

K = Factor de caída de tensión

Para los cálculos mecánicos de la red de distribución secundaria usaremos la ecuación de cambio de estado TRUXA

Ecuación 19

$$\left[\sigma_i^2 + \alpha \left(\frac{W_{ri}}{A} - \frac{W_{rF}}{A} \right) + \frac{E}{24} \left(\frac{t_f}{t_i} - 1 \right) \right] = \frac{W_{ri}^2 * L^2 * E}{24 * A^2 * \sigma_i^2} - \sigma_i^2$$

Donde:

σ_i : Esfuerzo admisible en la hipótesis inicial (Kg/mm²)

σ_F : Esfuerzo admisible en la hipótesis final (Kg/mm²)

W_{ri} : Peso resultante en la hipótesis inicial (Kg/m)

W_{rF} : Peso resultante en la hipótesis final (Kg/m)

t_i : Temperatura en la hipótesis inicial (°C)

- t_F : Temperatura en la hipótesis final (°C)
 α : Coeficiente de dilatación lineal (°C⁻¹)
 E : Módulo de elasticidad (Kg/mm²)
 A : Sección (mm²)
 L : Vano (m)

Para utilizar la ecuación de TRUXA necesitamos ingresar datos del conductor eléctrico propuesto

Carga Resultante del Conductor.

Ecuación 20

$$W_r = \sqrt{W_c^2 + W_v^2} \quad \text{Donde:} \quad W_v = \frac{d * P_v}{1000}$$

Pv: Presión del viento (Kg/m²)

d: Diámetro del conductor (mm)

Wc: Peso propio del conductor (Kg/m)

Para determinar la flecha del conductor cuando este se encuentre apoyado entre dos postes se puede obtener de la siguiente ecuación

Flecha del Conductor.

Ecuación 21

$$f = \frac{W * L^2}{8A\sigma}$$

W_r : Peso resultante del conductor (Kg/m).

L : Vano (m).

A : Sección del conductor (mm²).

σ^2 :Esfuerzo en la hipótesis considerada (Kg/mm²).

Vano Básico: El tensado de conductores; comprendidos entre dos estructuras de anclaje debe tener el mismo esfuerzo a lo largo de todo el tendido de la línea.

Vano Básico: El tensado de conductores; comprendidos entre dos estructuras de anclaje debe tener el mismo esfuerzo a lo largo de todo el tendido de la línea.

Ecuación 22

$$V_b = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n L_i^3}{\sum_{i=1}^n L_i}}$$

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

Corriente de cortocircuito (I_{cc})

Esta magnitud es la intensidad que circula con la celda en cortocircuito, con una iluminación determinada y fija. Su valor es directamente proporcional a la energía solar recibida, y por lo tanto a la superficie total y al nivel de iluminación.

Tensión de vacío (V_{co})

Esta magnitud es la diferencia de potencial entre los bornes de la celda en ausencia de consumo, con una iluminación fija y a una temperatura determinada. Su valor depende de la juntura utilizada y varía muy poco con la intensidad luminosa.

Corriente óptima (I_m)

Esta magnitud es la intensidad que circula por la celda en el punto de funcionamiento óptimo, teniendo aplicada una carga (R_m) de valor óptimo, elegida de modo de que la potencia eléctrica sea máxima.

Tensión óptima (V_m)

Esta magnitud es la tensión que origina la corriente óptima, al ser aplicada sobre una carga R_m de valor óptimo, elegida de modo de que la potencia eléctrica sea máxima.

Potencia Máxima (P)

Es la máxima energía que es entregada por una celda solar cuando pasa por un valor máximo para valores determinados de tensión y corriente fijados en función de la resistencia optima de carga (R_m). Su unidad de medición es el Watt.

Temperatura límite de funcionamiento ($^{\circ}C$)

Esta magnitud ronda los 100 grados centígrados.

Rendimiento (η)

Esta magnitud es la relación entre la energía eléctrica entregada y la energía luminosa recibida. Su valor ronda el 18 %, según la tecnología constructiva de la celda.

Acumulador

Elemento de instalación capaz de almacenar la energía eléctrica, transformándola en energía química. Se compone de diversas baterías conectadas entre sí en serie o en paralelo.

Amperio-hora

Unidad usada para especificar la capacidad de una batería.

Balance of System (BOS)

Representa el resto de componentes del sistema, añadidos a los módulos fotovoltaicos.

Baterías

Acumulan la energía que reciben de los paneles. Cuando hay consumo, la electricidad la proporciona directamente la batería y no los paneles.

Diodo de bloqueo

Diodo que impide que se invierta la corriente en un circuito.

Normalmente es usado para evitar la descarga de la batería.

Horas de sol pico

Número equivalente de horas a 1 kWh/m² de radiación solar que produce la misma cantidad de energía solar que bajo las condiciones reales de insolación.

Instalación eléctrica

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Intensidad eléctrica

Magnitud eléctrica definida como la cantidad de electricidad que pasa a través de la sección de un cable conductor en un segundo.

Se mide en Amperios (A)

Interruptor

Aparato utilizado para conectar o desconectar parte de una instalación.

Rama o serie fotovoltaica

Subconjunto de módulos conectados en serie o asociaciones serie paralelo con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor

Es un equipo electrónico que convierte la corriente directa (DC) en corriente alterna (AC) para un sistema conectado a la red eléctrica o para un sistema independiente de energía.

Radiación solar

Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o a energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m^2

Irradiación

La luz directa, difusa y reflejada que recibe una superficie, usualmente expresada en kilovatios por metro cuadrado, la irradiación multiplicada por tiempo equivale a insolación.

Conexión Paralela

Es la conexión de paneles solares que conecta los terminales positivos entre sí y los terminales negativos entre sí. El resultado es el mismo voltaje mas cada conexión aumenta proporcionalmente la corriente.

Corriente Alterna (AC)

Es un tipo de corriente eléctrica en la que la polaridad se invierte regularmente. En los Estados Unidos y Puerto Rico, se cambia la polaridad 120 ocasiones por segundo o 60 ciclos (Hz) por segundo. Las redes de transmisión eléctrica usan corriente alterna porque el voltaje puede ser controlado con relativa facilidad.

Corriente Directa (DC)

Un tipo de transmisión y distribución de electricidad en donde la electricidad fluye en una sola dirección, usualmente bajo voltaje y altas corrientes. Para proveer energía a su hogar o negocio con corriente alterna (AC) debe tener un inversor de energía.

Días de Autonomía

El número de días consecutivos que un sistema solar con baterías puede proveer energía a sus cargas eléctricas ante la falta de energía solar.

Energía Solar

Son las ondas de energía electromagnéticas transmitidas por el sol. Normalmente manejamos solar pasiva con los materiales de construcción para lograr los diseños, solar fotovoltaica para conversión a energía eléctrica y solar termal para agua caliente.

Fotovoltaico (PV)

Se refiere a la conversión directa de luz solar en electricidad, se le conoce como solar eléctrico y solar fotovoltaico.

Fuentes de Energía Renovable

Es un recurso energético que es regenerativo o virtualmente inexhaustible, algunos ejemplos son; solar, viento, geotermal y agua.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Para el diseño del sistema fotovoltaica del caserío Chorro Blanco ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo, Provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca.

la metodología empleada es la siguiente:

a) Investigación Aplicada: Debido a se hará uso de los conocimientos y bases teóricas, de la ingeniería para dar solución al dimensionamiento del sistema eléctrico fotovoltaico.

b) Investigación Descriptiva: Porque se describe las características de los equipos seleccionados y las variables en estudio (radiación solar y energía solar) a través tal y como se presentan en la realidad.

c) Investigación Explicativa: Porque nos permitió analizar e interpretar su comportamiento para la solución del problema.

3.2. Población y muestra

La población y la muestra es el caserío Chorro Blanco, ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Por lo tanto no se han desarrollado técnicas de muestreo

3.3. Hipótesis

Utilizando la energía solar entonces con el dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico se logrará suministrar energía eléctrica al Caserío Chorro Blanco ubicado en el distrito de San Andrés de Cutervo.

3.4. Operacionalización de las variables

X: Variable independiente: Radiación solar

Y: Variable dependiente: Dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico

Tabla N° 2: Operacionalización de variables

TIPO	DEFINICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	INDICADORES
DEPENDIENTE	Dimensionamiento de un sistema eléctrico fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis documental ✓ Entrevista ✓ Observación 	1.1. Análisis de contenido 2.1. Cuestionario 3.1. Lista de Chequeo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinación de la energía promedio diaria ✓ Dimensionamiento del sistema eléctrico con paneles solares ✓ Presupuesto referencial
INDEPENDIENTE	Radiación solar	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis documental y software 	4.1 Análisis de contenido 4.2 Software Solarius plus 4.3 Software Meteonorm	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Radiación solar promedio diario

Fuente: elaboración propia

3.5. Métodos y Técnicas de investigación

Método de investigación: deductivo

Técnicas de investigación:

a) Análisis documental

Este instrumento de medición se utilizó para registrar la información de diferentes bibliografías sobre sistemas de generación eléctrica fotovoltaica.

b) La Entrevista⁴²

Es un interrogatorio dirigido por un investigador (entrevistador), con el propósito de obtener información de un sujeto (entrevistado), en relación con uno o varios temas o aspecto específicos. Según la naturaleza de las preguntas y el control que ejerza el entrevistador, puede ser: entrevista dirigida el entrevistador plantea una serie de preguntas que requieren respuestas breves. Estas preguntas se elaboran previamente y es común que el entrevistador registre las respuestas por escrito, junto a cada una de las cuestiones. La entrevista semidirigida incluye preguntas de carácter más amplio que las usadas en las de tipo dirigido, con lo cual se espera recabar más datos y obtener mayor participación del entrevistado. En la entrevista abierta de hecho se plantean sólo algunos temas o aspectos a acerca de los cuales el sujeto puede dar amplia información, de modo que éste habla la mayor parte de la sesión, en tanto que el entrevistador se limita a hacer alguna observación o a plantear otro aspecto.

⁴² <https://tecnicasdelectoescritura.jimdo.com/t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n/>



Figura N° 9: Encuesta a los pobladores del Caserío Chorro Blanco⁴³

c) Observación directa⁴⁴

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos.

Es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar. Es indirecta cuando el investigador entra en conocimiento del hecho o fenómeno observando a través de las observaciones realizadas anteriormente por otra persona. Tal ocurre cuando nos valemos de libros, revistas,

⁴³ Elaboración propia

⁴⁴ <https://tecnicasdelectoescritura.jimdo.com/t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n/>

informes, grabaciones, fotografías, etc., relacionadas con lo que estamos investigando, los cuales han sido conseguidos o elaborados por personas que observaron antes lo mismo que nosotros.

La observación participante es cuando para obtener los datos el investigador se incluye en el grupo, hecho o fenómeno observado, para conseguir la información desde adentro. Observación no participante es aquella en la cual se recoge la información desde afuera, sin intervenir para nada en el grupo social, hecho o fenómeno investigado. Obviamente, La gran mayoría de las observaciones son no participantes.

Las ventajas de la observación: permite registrar hechos reales. Es la única técnica que hace posible el acopio de situaciones que no se pueden reproducir.

la observación participante permite adentrarse en las tareas cotidianas que los individuos desarrollan. Conocer más acerca de las expectativas de la gente, el investigador se desenvuelve con naturalidad dentro del grupo, es decir, se integra de lleno a las actividades que realizan sus componentes.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Los instrumentos utilizados en el presente trabajo de investigación; son distintos para cada una de las variables como las etapas del trabajo efectuado.

Análisis de contenido⁴⁵

La primera tarea de un investigador es conocer la documentación sobre el problema que está desarrollando; por ello una fase fundamental en toda Investigación es el análisis de los documentos referentes al tema estudiado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los documentos son muy variados, teniendo que recurrir a todos aquellos que demande nuestro problema, sin más limitaciones que su pertinencia y su posibilidad de acceso (Marín Ibáñez, 1985). Su clasificación, no obstante es difícil dada su abundancia y heterogeneidad, así podemos destacar:

Documentos impresos: libros, artículos o periódicos que tienen un carácter verbal sin descuidar su valor gráfico o numérico.

También dentro del material Impreso se analizan los libros o revistas profesionales, memorias, anuarios, prensa... En este sentido, los datos estadísticos tienen una importancia ineludible.

Documentos de carácter icónico: fotografías, diapositivas, filmes. -

Documentos sonoros: CDs.

Documentos verbo-icónicos: la televisión, el cine o el vídeo.

Cuestionario⁴⁶:

El cuestionario es uno de los instrumentos que sirven de guía o ayuda para obtener la información deseada, sobre todo a escala masiva.

⁴⁵ <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf>

⁴⁶ <http://www.monografias.com/trabajos43/encuesta-y-cuestionario/encuesta-y-cuestionario2.shtml>

El mismo está destinado a obtener respuestas a las preguntas previamente elaboradas que son significativas para la investigación social que se realiza y se aplica al universo, o a muestra, utilizando para ello un formulario impreso, que los individuos responden por sí mismos.

Mediante el cuestionario se aspira a conocer las opiniones, las actitudes, valores y hechos respecto a un grupo de personas en específico.

El cuestionario es en fin un instrumento básico de observación en la encuesta y en la entrevista; en este se formulan unas series de preguntas que permiten medir una o más variables, posibilitando observar los hechos a través de la valoración que hace de los mismos el encuestado o el entrevistado, limitándose la investigación a las valoraciones subjetivas de este.

Lista de chequeo

Empleada para hacer verificaciones de los datos de campo.

Software

Este instrumento se utilizó para rescatar la información de diferentes fuentes sobre la radiación solar. Para procesar los datos se utilizó el software Office 2016, para la elaboración de los planos se utilizó el AutoCAD 2016.

3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

Medidas de tendencia central

a) Media (Promedio)

Para hacer el análisis estadístico de los datos por ejemplo de la radiación solar, las cuales los datos provienen de tres fuentes se ha considerado observar el valor promedio sin embargo este valor no quedo como definitivo para el caserío debido a que se tuvo en consideración los datos de radiación solar más bajos.

b) Medidas de dispersión

De los datos de radiación solar se observan los valores máximos, mínimos y la diferencia entre el máximo y el mínimo, quedando como la radiación solar para el caserío el menor de los datos de los mínimos de las tres fuentes con la finalidad de tener la certeza de que aun en las condiciones más desfavorables de radiación solar tengamos suministro de energía eléctrica.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del sistema propuesto

El sistema fotovoltaico propuesto a implementar en el caserío Chorro Blanco para la generación de energía eléctrica, se dimensionó considerando la radiación solar de la zona y el consumo de energía.

Este sistema estará conformado por los siguientes equipos y/o componentes:

a) Generador Fotovoltaico: Está formado por un módulo de 32 paneles solares de la marca SIMAX, estos se instalarán a un costado del para más seguridad y menos riesgos en esta parte están concentrados todo el sistema de generación. El cual estará totalmente circulado e identificado y señalado como zona de alto riesgo, la potencia de cada panel es de 140 Wp, los cuales deben proporcionar la energía necesaria para el consumo.

b) El controlador de carga: Estará conformado por 01 controlador (MPPT 150/85 VICTRON) de capacidad de 85 A y funcionará a una tensión de trabajo de 48 VDC; estará ubicado en el interior de un tablero metálico para su protección.

c) La batería: El banco de baterías instalado lo conforman 20 baterías RITAR de 12V-200 Ah cada una, estas funcionarán a una tensión de trabajo de 48 VDC. El sistema de baterías se ha dimensionado considerando dos días de autonomía.

d) El convertidor o inversor: 01 inversor utilizado es de tipo onda pura cuya potencia es de 3 300 W, a una tensión de trabajo de 48 VDC, este equipo suministrara la tensión al sistema en 220 VAC.

e) Diagrama del sistema fotovoltaico propuesto:

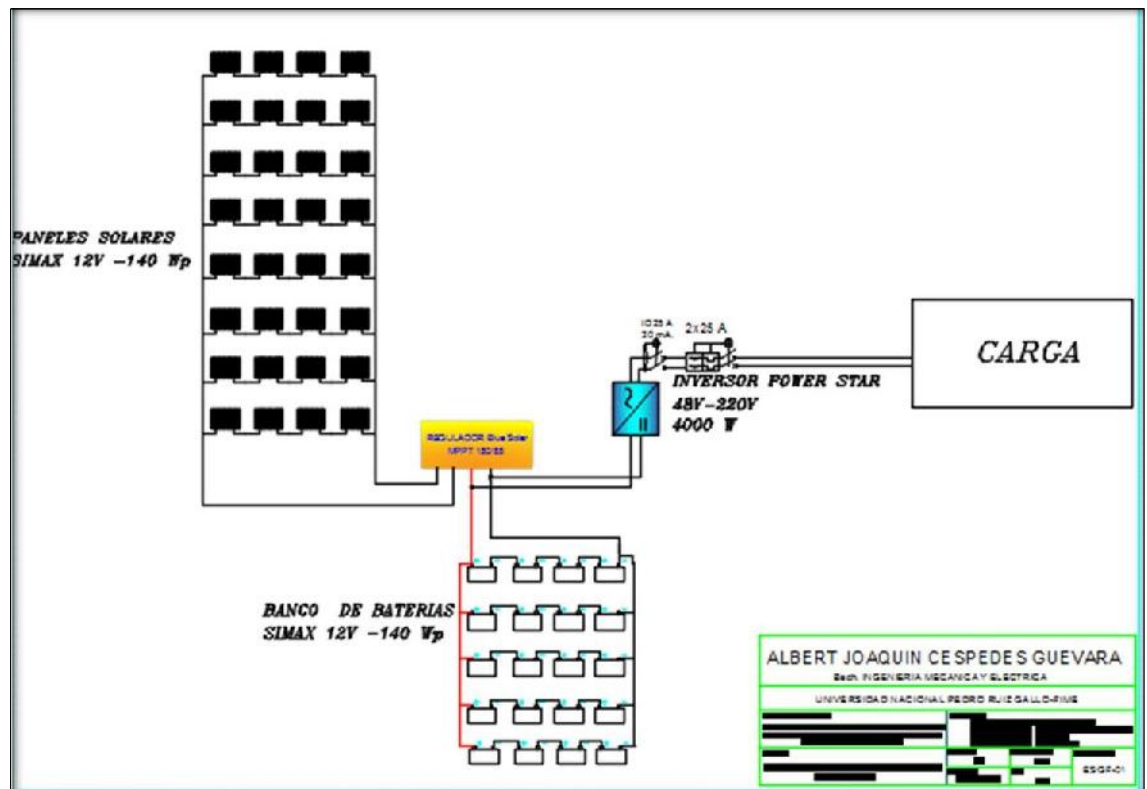


Figura N° 10:Diagrama del sistema fotovoltaico propuesto⁴⁷

f) Sistema de distribución en 220 V:

En el plano del ANEXO N° 07, se detalla la propuesta del sistema eléctrico fotovoltaico, en este caso el subsistema de distribución de energía eléctrica es decir la red de distribución secundaria el cual

⁴⁷Elaboración propia

especifica la ubicación de cada vivienda el tipo de armado o poste a utilizar en cada punto el tipo de conductor, puesta a tierra, retenidas.

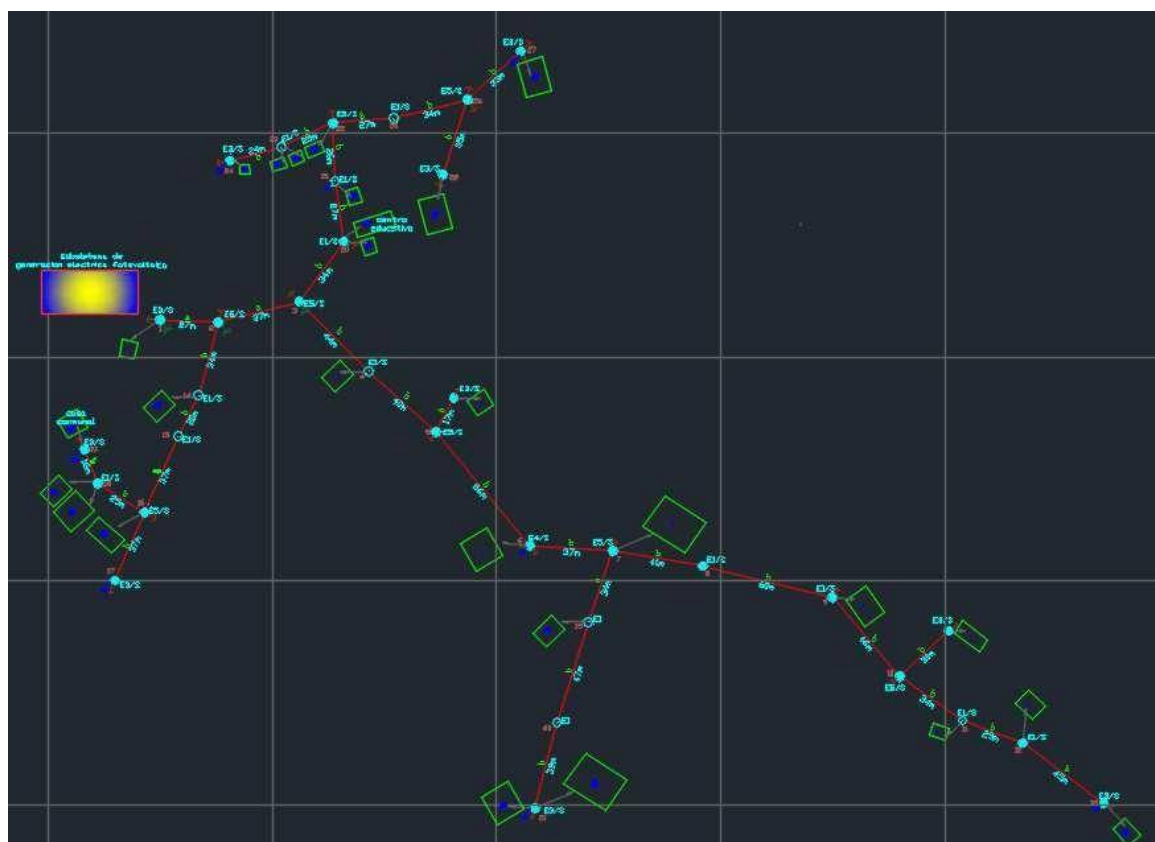


Figura N° 11: Sub sistema de distribución de energía eléctrica propuesta⁴⁸

⁴⁸Elaboración propia

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Estimación del nivel de radiación solar

Para la estimación de la radiación solar se ha considerado 03 fuentes:

5.1.1. Página web de la NASA

Utilizando información básica sobre la zona de ubicación del Caserío Chorro Blanco, y con ayuda del INEI, obtenemos las coordenadas de latitud y longitud, las cuales se ingresaron a la página de la NASA, quien nos proporcionó datos promedios de radiación solar para una data de 22 años, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: Radiación solar en el caserío Chorro Blanco según la NASA⁴⁹

Incidente de aislamiento promediado mensual en una superficie horizontal (kWh / m / día)												
Lat -6.214 Lon -78.784	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio de 22 años	4.82	4.61	4.88	4.71	4.93	4.93	5.05	5.46	5.76	5.67	5.86	5.37
	Promedio anual											5.17

La irradiación solar más desfavorable es en el mes de febrero con un valor de 4,61 kWh/m²/día.

⁴⁹ <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi>

5.1.2. Software Solarius PLUS

Localidad

Datos geográficos

Ciudad

Latitud [°]

Longitud [°]

Altitud [m]

Irradiación sobre el plano horizontal

Irradiación anual [kWh/m²]

Irradiación diaria media mensual [kWh/m²]

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
6.15	6.60	6.35	6.37	6.19	6.16	6.40	6.76	7.11	6.84	6.48	6.41

Fuente

☐ [MJ/m²]
☒ [kWh/m²]








Irradiación diaria media mensual [kWh/m²]

La irradiación solar más desfavorable es en el mes de enero con un valor de 6,15 kWh/m²/día.

5.1.3. Software Meteonorm

Tabla N° 3: Radiación solar mensual en el caserío Chorro Blanco⁵⁰

Caserio Chorro Blanco - San Andres de Cutervo

<div> <div> Radiación</div> <div> Temperatura</div> <div> Precipitación</div> <div> Duración de la insolación</div> </div>							
<div> <div> Radiación global diaria</div> <div> Temperatura diaria</div> <div> Tabla de datos</div> </div>							
	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Enero	177	77	146	15.3	14.9	5	
Febrero	170	70	144	15.1	15.1	4.5	
Marzo	186	75	162	15.1	15.1	4.5	
Abril	182	66	172	15.3	15	4.4	
Mayo	179	57	192	15.1	13.6	4.9	
Junio	170	48	200	14.7	13	4.4	
Julio	177	49	206	14.3	12	4.4	
Agosto	186	59	193	14.8	11.8	4.9	
Setiembre	196	67	184	15.1	12	4.9	
Octubre	202	72	189	15.3	12.6	4.9	
Noviembre	195	69	192	15.6	12.6	5	
Diciembre	192	72	179	15.6	14	4.5	
Año	2213	781	2159	15.1	13.5	4.7	

A partir de los datos anteriores confeccionamos la tabla N° 4 ,con lo cual obtenemos la radiación solar promedio diaria.

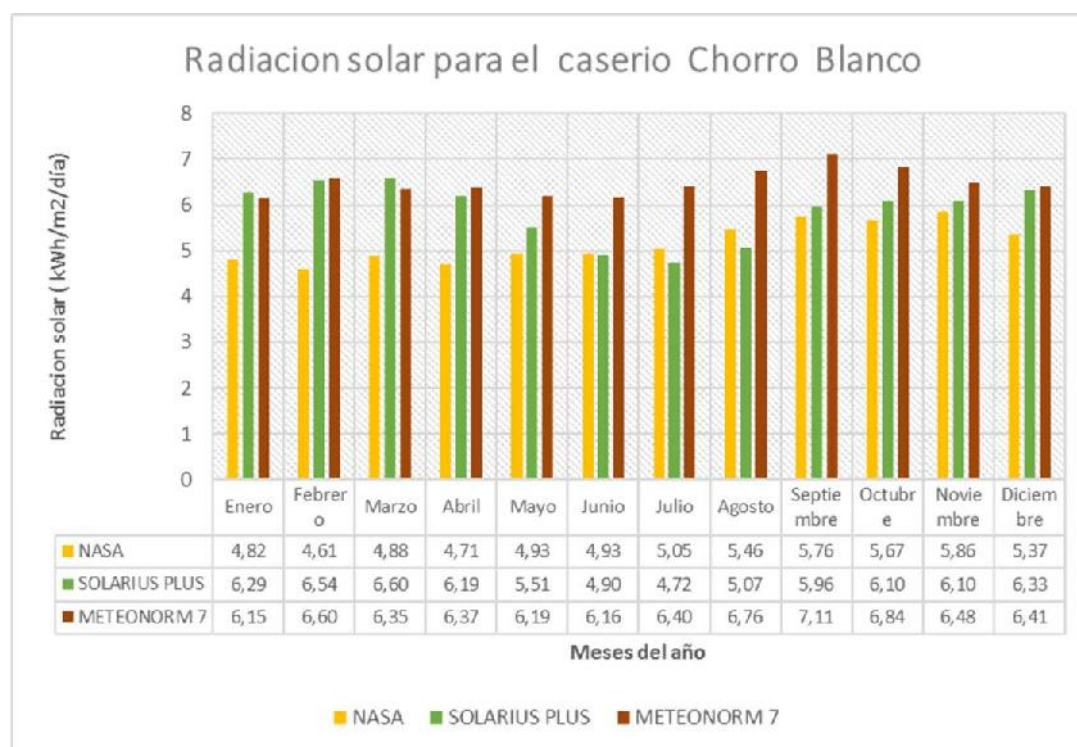
⁵⁰ Software Meteonorm

Tabla N° 4: Radiación solar promedio diaria en el caserío Chorro Blanco⁵¹

Mes	Gh(kWh/m2)	dias del mes	Gh(kWh/m2/dia)
Enero	177	31	5,71
febrero	170	28	6,07
Marzo	186	31	6,00
Abril	182	30	6,07
Mayo	179	31	5,77
Junio	170	30	5,67
Julio	177	31	5,71
Agosto	186	31	6,00
Septiembre	196	30	6,53
Octubre	202	31	6,52
Noviembre	195	30	6,50
Diciembre	192	31	6,19

De los resultados obtenidos de las tres fuentes consideramos el menor de esos valores entonces el valor de radiación solar en Chorro Blanco de 4,61 kWh/m²/día

Tabla N° 5: Radiación solar para el Caserío Chorro Blanco⁵²



⁵¹ Elaboración propia

⁵² Elaboración propia

5.2. Estimación de la demanda de energía eléctrica

El número de viviendas del caserío Chorro Blanco 25, con una población de 53, además cuenta 01 Institución educativa primaria, 01 local comunal procedemos caculo de la energía promedio diaria.

Lo primero que tenemos que hacer será proyectar el número de viviendas para 20 años (vida útil de a instalación fotovoltaica) Para ello consideraremos la tasa de crecimiento del departamento de Cajamarca

Tabla N° 6: tasa de crecimiento para el departamento de Cajamarca para diferentes periodos de tiempo⁵³

DEPARTAMENTOS	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.7	1.6	1.5	1.3
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
SIERRA				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
SELVA				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

⁵³ https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0015/cap-52.htm

A partir de las tasas de crecimiento en diferentes periodos de tiempo para el departamento de Cajamarca vamos a considerar el valor promedio que es de 1,1 % que es la tasa de crecimiento promedio para el departamento de Cajamarca, ahora vamos a hacer una consideración que esta tasa de crecimiento es la también la tasa de crecimiento en el caserío Chorro Blanco

Bajo este supuesto estamos en condiciones de proyectar el número de viviendas del caserío Chorro Blanco:

Con esta tasa de población proyectaremos la población de Chorro Blanco y con la finalidad de proyectar el número de viviendas, consideraremos que la relación entre el número de habitantes por unidad de vivienda permanece constante.

$$P_{\text{proyectada a 25 años}} = P_{\text{poblacion actual}}(1 + i)^{25}$$

$$P_{\text{proyectada a 25 años}} = 53 \times (1 + 0,011)^{25} \approx 66 \text{ Mabitantes}$$

$$N_{\text{viviendas proyectadas}} = \left(\frac{25}{53}\right) \times 66 \approx 31 \text{ viviendas}$$

Para obtener el consumo de energía diaria promedio calcularemos de la siguiente manera:

Tabla N° 7: Consumo de energía promedio diario proyectado del caserío Chorro Blanco

Estimacion de la energia para el Caserio Chorro Blanco				
Carga	Potencia (W)	Cantidad	Horas Diarias de uso	Consumo diario promedio (Wh)
1. Unidades de vivienda : 31				
Lamparas	8	93	4	2976
Radio	10	31	5	1550
Carga de celular	5	155	2	1550
Televisor	60	31	3	5580
Sub total				11656,00
2. Local comunal: 1				
Lamparas	8	2	3	48
Radio	10	1	4	40
Carga de celular	5	1	2	10
Sub total				98,00
3. Iglesia: 1				
Lamparas	8	2	1	16
Radio	10	1	4	40
Carga de celular	5	1	2	10
Sub total				66,00
4. Alumbrado publico: 3				
Lamparas	60	3	12	2160
Sub total				2160,00
Total				13980,00

fuentes: elaboración propia

Tenemos de la tabla N° 10, que el consumo de energía diario con la población proyectada sería de 13, 980 kWh

Ahora usando la ecuación (2) podemos obtener la energía real hay que considerar el valor de R,

Donde:

$$K_b=0,1$$

$$K_c=0,01$$

$$K_v=0,15$$

$$K_a=0,005$$

N=2 días de autonomía de la instalación

Pd: 0,8

Obteniendo un valor de $R = 0,73$

Aplicación la ecuación (1) obtenemos: 19,13 kWh

5.3. Dimensionamiento de los componentes del sistema fotovoltaico

5.3.1. Voltaje de la instalación

Los voltajes en DC utilizados generalmente en sistemas fotovoltaicos son 12; 24 o 48V⁵⁴. Para nuestro caso consideramos trabajar con un voltaje DC de 48 V, esto debido a que cuando mayor sea la tensión menor será la corriente eléctrica y por lo tanto la sección de los conductores eléctricos y los elementos de protección serán de menor capacidad.

Otra ventaja de suma importancia consiste en que al trabajar a 48 V se colocan más paneles en serie, lo que disminuye la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico y ello trae como consecuencia que la corriente máxima que circula por el controlador sea menor, por lo que los costos asociados a los equipos se reducen.

5.3.2. Paneles solares

Del consumo de energía eléctrica proyectado, el número de paneles solares necesarios para el funcionamiento del sistema se calcula considerando que el generador fotovoltaico deberá ser capaz de

⁵⁴ (Agustin Castejon s.f.)

suministrar energía eléctrica a la carga conectada durante el mes con la irradiación solar promedio más baja.

Ahora necesitamos determinar la potencia del panel solar necesario, la potencia del panel solar que se empleará para calcular la cantidad total de paneles, el número de paneles en serie y el número de ramas en paralelo necesaria, de acuerdo con la ecuación (3),(4) y (5) elaboramos la tabla Tabla N° 8, para diferentes posibilidades de paneles de potencia más comerciales y de marcas reconocidas y costos de configuración de paneles donde además se muestra el número de paneles totales.

De la Tabla N° 8, se observa que por ejemplo para la marca SIMAX, que cuando se emplean paneles de baja potencia el precio por unidad es menor pero se requiere una mayor cantidad de unidades para conformar el generador, pasa lo contrario si escogen paneles de potencias más altas, por lo que la potencia del panel escogido debe lograr un equilibrio entre estos factores. Se escoge entonces que los paneles sean de una potencia promedio

Podríamos entonces elegir entre al panel SIMAX de 100 W (48 paneles) y el SIMAX de 140 W (32 paneles), entonces habría que considerar otro criterio y es que a mayor número de paneles necesitaremos un mayor espacio para su instalación y un mayor número de estructuras de soporte por lo que consideramos utilizar el panel SIMAX de 140 W

Tabla N° 8: Paneles solares⁵⁵

Modelo	Potencia Nominal	Voltaje Nominal	Precio unitario (\$)	Numero de paneles serie	Numero de ramas paralelo	total de paneles	Costo total (\$)
SIMAX	50	12	70,0	4	23	92	6440,0
SIMAX(m)	100	12	120,0	4	12	48	5760,0
SIMAX (p)	100	12	110,0	4	12	48	5280,0
SIMAX	140	12	160,0	4	8	32	5120,0
SIMAX	150	12	180,0	4	8	32	5760,0
SIMAX	190	24	230,0	2	12	24	5520,0
SIMAX	200	24	240,0	2	12	24	5760,0
SIMAX	250	24	280,0	2	9	18	5040,0
SIMAX	300	24	330,0	2	8	16	5280,0
YINGLI	65	12	91,8	4	18	72	6609,6
TAI ENERGY	80	12	99,3	4	14	56	5558,6
TAI ENERGY	100	12	124,1	4	12	48	5955,4
YINGLI	100	12	169,5	4	12	48	8135,0
ARTES	150	12	200,8	4	8	32	6426,9
YINGLI	145	12	204,8	4	8	32	6553,3
WAREE	200	24	219,0	2	12	24	5255,5
WAREE	200	12	244,7	4	6	24	5873,8
YINGLI	200	24	284,8	2	12	24	6834,7
RED SOLAR	165	12	298,9	4	7	28	8369,8
TAI ENERGY	300	24	372,2	2	8	16	5955,4
YINGLI	315	24	390,6	2	7	14	5468,0

Se utilizaran 32 paneles solares marca SIMAX de 140 WpI

SIMAX de 140 Wp, 12 V es un valor nominal altamente estandarizado que se encuentra fácilmente en los mercados y permite satisfacer los requerimientos de la instalación.

Escogiendo este valor de potencia se requiere, de acuerdo con la ecuación (5), un total de 32 paneles (para conformar grupos de 4 paneles de 12V que permitan operar a 48V). De acuerdo con la tabla N°8, el precio promedio del panel es de \$160 por unidad. El costo total asociado a la compra de los paneles sería de \$ 5120.

⁵⁵ Elaboración propia

Haciendo uso de la **Ecuación 16** ,sabiendo que la latitud es de - 6,21433°.

$$p_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-6,21433^\circ|)$$

$$p_{opt} = 7,99^\circ$$

luego el ángulo óptimo es de 7,99° y es la inclinación que deben tener los paneles solares para recolectar la mayor cantidad de energía solar durante el día, consideraremos 10° según el reglamento técnico RD 003-2007-EM/DGE.

5.3.2.1. Distancia mínima entre filas de módulos fotovoltaicos

Haciendo uso de la Ecuación 17, sabiendo que la latitud es de

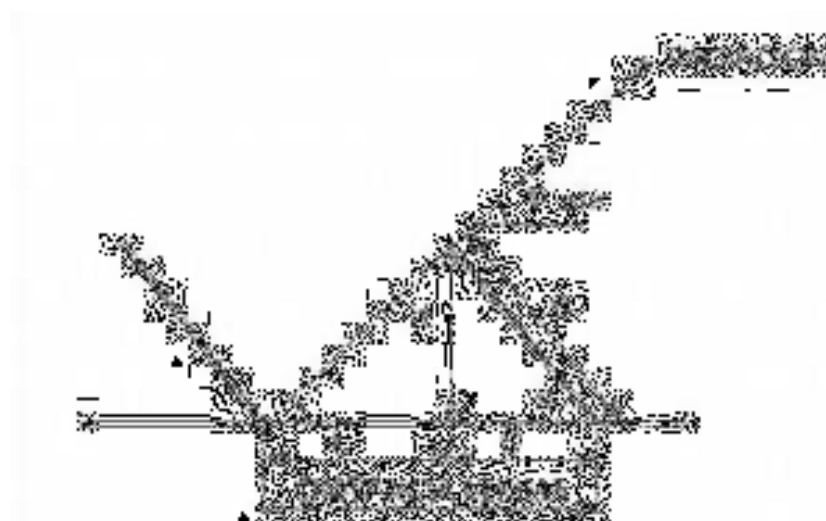


Figura N° 12: Distancia mínima entre filas de módulos instalados en el mismo plano⁵⁶

$$L=B= 1482 \text{ cm}$$

$$S=\beta=10^\circ, \Phi=-6,21433^\circ$$

Reemplazando en las fórmulas anteriores tenemos:

⁵⁶ <http://www.elblogdelinstalador.com/energetica-y-geometria-solar/>

$$H=h= 257,35 \text{ cm}$$

$$L=d= 208,40 \text{ cm}$$

$$D=L+C=1\,667,88 \text{ cm}$$

De acuerdo con los resultados anteriores las filas de paneles solares deben estar separados como mínimo 1 667,88 cm.

5.3.3. Regulador de carga

Para el dimensionamiento del regulador hay que considerar la corriente de cortocircuito del generador. En este caso tenemos 32 paneles de 140 Wp, y de 12 V, la corriente de cortocircuito de un panel de esta potencia es, de acuerdo con hojas de fabricante de varios equipos, de aproximadamente 8,35 A (ANEXO 01). Esto implica aplicando la ecuación (6) que la corriente eléctrica mínima del controlador es: 82,5 A. Con la ecuación (7) podemos calcular el número de reguladores necesarios para la instalación fotovoltaica, entonces con las características de corriente de cortocircuito del panel seleccionado y con las ecuaciones (6) y (7) del ítem 2.2.3.5, elaboramos la tabla N° 9, a partir de la búsqueda de reguladores comerciales con la condición de que no exceden los 85 A de capacidad.

En este caso se utilizara un solo regulador el Blue Solar de 85 A, cuyos datos característicos de encuentran en el ANEXO 02 .

Según la tabla N° 9 el monto total que deberá emplearse en la compra de reguladores es de S/. 3 834,1

Tabla N° 9: Reguladores de carga⁵⁷

Modelo	Corriente Nominal (A)	Voltaje Nominal (V)	Precio unitario (s/.)	Corriente mínima requerida por el regulador (A)	Numero de reguladores	Costo total (s/.)
Blue Solar	35	150	1435,1	82,5	3	4305,4
Blue Solar	45	150	2152,8	82,5	2	4305,5
Blue Solar	60	150	2391,9	82,5	2	4783,8
Blue Solar	70	150	3741,8	82,5	2	7483,5
Blue Solar	85	24	3834,1	82,5	1	3834,1
Schneider Xantrex	60	24	2579,5	82,5	2	5159,0
Outback	60	12	2734,7	82,5	2	5469,3
Morningstar	45	12	2915,4	82,5	2	5830,9
FLEXMAX 80	80	12	3102,8	82,5	2	6205,5
FLEXMAX 60	60	12	2401,0	82,5	2	4802,0

Se utilizara 01 controlador Blue solar de 85 A

5.3.4. Baterías

De acuerdo con la ecuación (8) de la sección 2.2.3.7, empleando el consumo real calculado en la sección 3.4.2, una profundidad de descarga del 80% para un voltaje de la instalación de 48V con 2 día de autonomía, se obtiene que la capacidad necesaria del banco de baterías es de 996,41 Ah. Como el banco de baterías deberá operar a 48V y las baterías disponibles son de 12 V, es conveniente definir la capacidad de la batería de forma que el número total de baterías necesarias sea un múltiplo de 4. A partir de esta selección y utilizando las ecuaciones (9) y (10) elaboramos la siguiente tabla N° 10. Y de esta tabla s donde se define utilizar baterías RITAR de 200 Ah cuyos datos técnicos se encuentran el ANEXO 03

⁵⁷Elaboración propia

Tabla N° 10: Costo del banco de baterías⁵⁸

Marca	Capacidad (Ah)	Numero de baterias en serie	Numero de ramas de baterias en paralelo	Numero total de baterias	costo unitario (S/)	Costo del banco (S/)
Ritar	100	4	10	40	1058,53	42341,20
Ritar	150	4	7	28	1605,14	44943,92
Ritar	200	4	5	20	1475,00	29500,00
Ritar	260	4	4	16	2689,70	43035,20
Rolls	305	4	4	16	3397,00	54352,00

Se utilizaran 20 baterias RITAR de 200 AM

5.3.5. Inversor

Para lograr suministrar de energía eléctrica en corriente alterna a la carga utilizaremos las ecuaciones (11) y (12) del ítem 2.2.3.9, reemplazando los resultados de energía requerida por la carga con un rendimiento del inversor de 0,85 y además buscando precios de inversores más comerciales, es que elaboramos la Tabla N° 11 que se muestra a continuación. A partir de los resultados observamos que desde el punto de vista económico nos conviene el inversor Power Star de 4 kW, la mayoría de los inversores en el mercado para tensión de 48 V, son de potencia mayor o igual a 5 kW, por lo que resultarían poco eficientes. Las características de este inversor de encuentran en el ANEXO 04

⁵⁸Elaboración propia

Tabla N° 11: Tabla de inversores⁵⁹

Marca	Potencia (kW)	Potencia requerida(kW)	Numero total de inversores	costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Power Star	4	3,57	1	4074	4074
QUADRO	5	3,57	1	5478,98	5478,98
FRONIUS	5	3,57	1	7778,63	7778,63

Se utilizara 01 inversor Power Star de 4kW

5.4.5. Dimensionamiento de los conductores eléctricos

Utilizando la Ecuación 13 (ítem 2.2.3.10) la Intensidad máxima que debe soportar el tramo campo fotovoltaico – regulador

$$I_{\text{MAX paneles-controlador}} = 1,25 \times 8,25 \times 8 = 82,50 \text{ A}$$

De la Ecuación 14 (ítem 2.2.3.10) , hallaremos la intensidad de corriente eléctrica para el Para el tramo controlador- inversor, la corriente eléctrica esta dado por ($I_{\text{MAX controlador-inverso}}$):

$$I_{\text{MAX controlador-inversor}} = \frac{1,25 \times 5000}{48 \times 0,94} = 138,52 \text{ A}$$

Para el cálculo de la sección mínima del conductor eléctrico tenemos lo siguiente utilizaremos la ecuación 16 (Ítem 2.2.3.10), con lo cual elaboramos la tabla N° 12 , considerando las caídas de tensión permitidas que a continuación se detallan:

Ahora consideraremos las caídas de tensión máximas en cada tramo:

⁵⁹Elaboración propia

- a) Para el tramo generador fotovoltaico- controlador se recomienda una caída de tensión entre 1% a 3% , en este caso se ha considerado el 3% y como la tensión de trabajo es 48 V, entonces la caída máximo de tensión es de 1,44 V
- b) Para el tramo controlador - batería se recomienda una caída de tensión máxima de 1% y como la tensión de trabajo es 48 V, entonces la caída máximo de tensión es de 0,48 V
- c) Para el tramo controlador - batería se recomienda una caída de tensión máxima de 1% y como la tensión de trabajo es 48 V, entonces la caída máximo de tensión es de 0,48 V

Tabla N° 12: Caída de tensión por cada tramo de la instalación fotovoltaica⁶⁰

Subsistema	Caída tensión Máxima
Paneles – Regulador	3%
Regulador – Baterías	1%
Baterías – Inversor	1%

⁶⁰ <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-seccion-de-cable-para-paneles-solares/>

Tabla N° 13: Calculo de la sección de los conductores eléctricos en cada tramo

Generador fotovoltaico - Regulador	$S_{CABLE} = 2 \times L \times I / (56 \times \Delta V) S_{C\grave{A}BLE}$ $= 2 \times 6 \times 82,50 / (56 \times 1,44) S_{C\grave{A}BLE}$ $= 12,28 \text{ mm}^2$
Regulador -Batería	$: S_{CABLE} = 2 \times L \times I_{MAX} / (56 \times \Delta V) S_{C\grave{A}BLE}$ $= 2 \times 2 \times (138,52) / (56 \times 0,48) S_{C\grave{A}BLE}$ $= 23,56 \text{ mm}^2$
Batería- Inversor	$S_{CABLE} = 2 \times L \times I_{MAX} / (56 \times \Delta V)$ $S_{C\grave{A}BLE} = 2 \times 3 \times (82,50) / (56 \times 0,48)$ $S_{C\grave{A}BLE} = 18,42 \text{ mm}^2$

Fuente. Elaboración propia

Tabla N° 14: Características eléctricas de los conductores NYY



TABLA DE DATOS TECNICOS NYY DUPLEX

CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
2x1x6	1	1	1,4	15,4	218	77	58	62
2x1x10	1	1	1,4	17	307	105	80	85
2x1x16	7	1	1,4	19,3	454	136	108	112
2x1x25	7	1,2	1,4	22,5	672	170	140	140
2x1x35	7	1,2	1,4	24,6	880	205	175	170

fuelle: Catalogo de INDECO (ANEXO 05)

De la Tabla N° 13 y Tabla N° 14, Seleccionamos el conductor de

25 mm²THW-90 y para el tramo regulador batería utilizaremos 35 mm²THW-90, con la finalidad de tener un elemento de protección adecuado

5.3.6. Elementos de protección⁶¹

Para la protección contra sobreintensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos se empleará fusibles. En este caso se elegirán cartuchos de fusibles de cuchilla de tipo *gPV 1000V DC* de uso específico para instalaciones fotovoltaicas, de la marca **DF Electric**, que proporcionan una adecuada protección contra sobrecargas y cortocircuitos de acuerdo a la norma IEC 60269-6, y con una corriente mínima de fusión de $1,35 \cdot I_n$, capaz de interrumpir el paso de todas las corrientes que vayan desde su valor de intensidad nominal (I_n) hasta su poder de corte asignado.

Entonces, que para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$$

siendo,

I_b la intensidad de corriente que recorre la línea.

I_n la intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

I_{adm} es la máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea.

⁶¹ <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

5.3.6.1. Protección del inversor

A partir de la salida del inversor la señal de corriente y de voltaje es en alterna por lo que utilizaremos protecciones con interruptores termomagnéticos para evitar contactos directos usaremos un interruptor diferencial bipolar de 30 mA de sensibilidad.

El interruptor, se pondrá un interruptor automático bipolar que debe cumplir:

$$I_{MEX\ carga} = 5\ 000 / (220) =$$

$$I_{MEX\ carga} = 22,72\ A$$

seleccionamos un interruptor termomagnético de 25 A

5.4. Sistema de distribución eléctrica en 220 V

Está diseñada para transportar la energía eléctrica suministrada a la tensión de servicio de los abonados desde la salida de baja tensión de los puntos de transformación hasta las acometidas. También se ubican en esta red, los dispositivos del alumbrado público.

En este ítem consideraremos la norma D.G.E. “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural”.

Consideraremos la norma D.G.E. “Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural”.

5.4.1. Cálculos eléctricos

Las redes de distribución secundaria proyectadas serán íntegramente aéreas y de configuración topológica radial, para la definición del material de los soportes y de los conductores se considerará postes de concreto armado y conductores de aleación de aluminio tipo autoportante CAAI.

5.4.1.1. Características del sistema eléctrico

Para el desarrollo de los cálculos justificativos, se ha tomado en consideración las siguientes características eléctricas:

Redes Secundarias

- | | | |
|-----------------------|---|----------------|
| - Tensión de Servicio | : | 220V; 1Ø |
| - Frecuencia | : | 60 Hz. |
| - Sistema Adoptado | : | Aéreo, radial. |
| - Conductores | : | CAAI |

Alumbrado Público

- | | | |
|-----------------------|---|---------------------------|
| - Tensión de Servicio | : | 220 V, 1Ø |
| - Frecuencia | : | 60 Hz. |
| - Sistema Adoptado | : | Aéreo, radial. |
| - Conductores | : | NLT 2x2,5 mm ² |

5.4.1.2. Cálculo de caída de tensión

La caída máxima de tensión entre el generador fotovoltaico y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7,0 % de la tensión nominal, según la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE), para nuestro caso Sistema 220 V: Máxima caída tensión 15,4 V.

Como el sistema de distribución va ser monofásico en 220 V, se ha considerado el conductor 2x16/25 y 2x16/25, en los tramos que tengan alumbrado público y no respectivamente.

Tabla N° 16: Características eléctricas de los conductores eléctricos seleccionados

Cable	K(factor de caída de tensión)	Capacidad de corriente (A)
2x16/25	3,272	64
1x16/25	3,272	64

Fuente: norma D.G.E. rd031-2003-EM

según la Tabla N° 22 la capacidad de corriente del cables de 64

A. De la potencia del inversor obtenemos la corriente eléctrica de diseño:

Aquí consideraremos la potencia del inversor

$$I_{MEX \text{ carga}} = 5\,000 / (220 * 1)$$

$$I_{MEX \text{ carga}} = 22,72 \text{ A} < 64 \text{ A}$$

Ahora consideraremos la caída de tensión, para ellos se ha realizado

Estimacion de la energia para el Caserio Chorro Blanco				
Carga	Potencia (W)	Cantidad	Horas Diarias de uso	Consumo diario promedio (Wh)
1. Unidad de vivienda				
Lamparas	8	3	4	96
Radio	10	1	5	50
Carga de celular	5	5	2	50
Televisor	60	1	3	180
Sub total				376,00

Figura N° 14: Estimacion de la energia diaria en una unidad de vivienda⁶⁴

el cálculo en cada circuito según el ANEXO N°7, para las unidades de vivienda tenemos una energía 376 Wh y para el local comunal una energía de 98 Wh, y la iglesia un valor de 66 Wh

El valor de la radiación solar es de. 4,61 kWh/m²/día. Eso nos da una potencia de:

Para la vivienda: 81,56 W, para el local comunal 21,26 W y para la iglesia 14,32 W

De los diagramas de carga del Anexo 08, en la **Ecuación 18**:

⁶⁴ Elaboración propia

5.4.1.3. Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno

Tabla N° 17: Distancia mínima del conductor a la superficie del terreno

Disposición	Carreteras y avenidas	Calles y Caminos	Áreas no transitables por vehículos	Calles y caminos en zonas rurales
Al cruce (m)	6,5	5,5	4	5,5
A lo largo (m)	5,5	5	4	4,5

Fuente: Código Nacional de Electricidad

5.4.2. Cálculos mecánicos de conductores autoportantes

Los cálculos mecánicos tienen la finalidad de determinar las tensiones y flechas en las diversas condiciones de operación. Las características mecánicas de los cables autoportantes se detallan en la Tabla N° 25

5.4.2.1. Hipótesis de estado

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los factores meteorológicos: Velocidad del viento, temperatura.

Los parámetros de temperatura en las hipótesis a utilizarse en el estudio; de acuerdo a los datos del SENAMHI son los siguientes:

HIPÓTESIS I : ESFUERZO MÁXIMO			Aplicación
Temperatura	9	°C	Máximo esfuerzo conductores
Velocidad del viento	80	km/h	Máximo: 60% de Esfuerzo de rotura final
Manguito de hielo	0	mm	
HIPÓTESIS II: ESTADO INICIAL			Aplicación
Temperatura	16	°C	18% de Esf. Rotura
Velocidad del viento	0	km/h	7% de Esf. Rotura
Manguito de hielo	0	mm	
HIPÓTESIS III: FLECHA MÁXIMA			Aplicación
Temperatura	25	°C	Máxima flecha por máxima
Velocidad del viento	0	km/h	Temperatura
Manguito de hielo	0	mm	Condición de Mínima flecha

5.4.2.2. Cálculo de cambio de estado

Los cálculos de cambio de estado se han efectuado mediante la **Ecuación 19**, considerando como datos de partida los que témenos en la siguiente tabla N° 18

Tabla N° 18: Características de los cables autoportantes propuestos⁶⁵

FORMACION	SECCION DEL CONDUCTOR PORTANTE (mm ²)	DIAMETRO EXTERIOR TOTAL(mm)	MASA TOTAL (kg/m)	MODULO DE ELASTICIDAD DEL PORTANTE (kN/mm ²)	COFICIENTE DE DILATACION TERMICA (1/°C)
2X16/25	25	16,5	0,187	60,82	21x10-6
1X16/25	25	16,5	0,125	60,82	21x10-6

Aplicando la Ecuación 22, calculamos el vano básico

⁶⁵ Norma D.G.E. rd031-2003-EM

$$V_m = \sqrt[3]{\frac{26^3 + 27^3 + 34^3 + 44^3 + 40^3 + 66^3}{26 + 27 + 34 + 44 + 40 + 66}} = 46,54 \text{ m}$$

Consideraremos un vano básico de 47 m

A continuación, calcularemos la altura de los postes de C.A.C.

De la altura de postes.

La altura de postes queda definida de la siguiente manera:

Distancia del vértice del poste al inicio del perno gancho = 0,30 m.

Tabla N° 19: Flecha Máxima para el vano básico⁶⁶

Vano (m)	47
σ_o (Kg/mm ²)	8,32
HIP. I f (m)	0,52
σ_o (Kg/mm ²)	5,44
HIP. II f (m)	0,33
σ_o (Kg/mm ²)	3,31
HIP. III f (m)	0,53

Flecha máxima del conductor (de la tabla N° 19)

= 0,53 m.

La altura mínima del conductor al suelo (de la tabla N° 17).

= 5,50 m.

La altura de empotramiento para postes de C.A.C. en terrenos normales (Norma DGE 015-pd-1). Es de: 0,10H+0,60 m.

Para calcular la altura del poste hay que considerar:

⁶⁶ Elaboración propia

Aplicando la siguiente ecuación:

$$H = 0,30 + 0,53 + 5,50 + (0,10 \cdot H + 0,60)$$

$$H = 7,70 \text{ m} \approx 8 \text{ m}$$

El poste de 8m CAC

En cuanto a los soportes para el conductor aéreo, se utilizarán los soportes normalizados que se detallan en la norma D.G.E. rd023-2003-EM. (Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes secundarias en electrificación rural).

De la Tabla N° 19, observamos que para el vano básico de 47m el valor del esfuerzo máximo es de 8,32 kg/mm², que está muy por debajo del esfuerzo según el ítem (17,60 kg/mm²)

Por lo tanto, el conductor eléctrico 1x16/25 cumple con los requerimientos mecánicos y eléctricos.

5.4.3. Metrado y presupuesto

**Tabla N° 20: Presupuesto para el suministro de materiales del
subsistema de distribución secundaria (elaboración propia)**

VALOR REFERENCIAL- SUMINISTRO DE MATERIALES					
SUMINISTRO DE MATERIALES PARA REDES SECUNDARIAS					
REDES SECUNDARIAS 220V, ALUMBRADO PUBLICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA EL PROYECTO: "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELECTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERIO CHORRO BLANCO UBICADO EN SAN ANDRES DE CUTERVO-CUTERVO - CAJAMARCA"					
ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Total Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.
1,00	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO				
1,01	POSTE DE CAC 8m/300 daN (INCLUYE PERILLA)	u	20,00	645,75	12 915,00
1,02	POSTE DE CAC 8m/200 daN (INCLUYE PERILLA)	u	13,00	410,00	5 330,00
	SUB-TOTAL 1:				18 245,00
2,00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO				
2,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO 1X16/25	Km	1,15	4000,00	4 589,20
2,05	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO 2X25/25	Km	0,10	6000,00	620,40
	SUB-TOTAL 2:				5 209,60
3,00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES				
3,01	GRAPA DE SUSPENSIÓN ANGULAR PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25 A 35 mm²	u	15,00	13,00	195,00
3,02	GRAPA DE ANCLAJE PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25 A 35 mm²	u	35,00	15,00	525,00
3,03	CONECTOR BIMETÁLICO , PARA Al 25mm²/Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	u		5,57	
3,04	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO, PARA Al 35mm²/Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA, TIPO PERFORACIÓN	u		10,50	
3,05	CONECTOR, PARA Al 25mm², PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	u	9,00	6,70	60,30
3,06	CONECTOR AISLADO, PARA Al 35mm², PARA FASE AISLADA, TIPO PERFORACIÓN	u		10,50	
3,07	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	u	149,00	0,35	52,15
3,08	CINTA AUTOFUNDANTE PARA EXTREMO DE CABLE	u	20,00	3,05	61,00
3,09	CINTA AISLANTE	rlf	150,00	3,60	540,00
	SUB-TOTAL 3:				1 433,45
4,00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE				
4,04	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, BIPOLAR, 2x10 mm², CUBIERTA NEGRA	m		11,76	
4,07	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO, 2 x 4 mm² , CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC	m	705,00	4,90	3 454,50
4,08	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, DESNUDO DE 16 mm²	m	72,00	6,60	475,20
	SUB-TOTAL 4:				3 929,70
5,00	LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS				
5,01	PASTORAL TUBO A°G° 38 mm f. INT.; 500mm AVANCE HORIZ.; 720 mm ALTURA, Y 20° INCLINACION, PROVISTO DE 2 ABRAZADERAS DOBLES PARA POSTE DE CAC	u	3,00	90,00	270,00
5,02	LUMINARIA COMPLETA CON EQUIPO PARA LAMPARA DE 50 W	u	3,00	196,00	588,00
5,03	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 50 W	u	3,00	35,00	105,00
5,04	PORTA FUSIBLE UNIPOLAR 220V, 5A, PROVISTO CON FUSIBLE DE 1A	u	3,00	25,00	75,00
5,05	CONECTOR BIMETÁLICO FORRADO PARA Al 35 mm² /Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA TIPO PERFORACIÓN	u	3,00	10,50	31,50
5,06	CONECTOR BIMETÁLICO PARA Al 25 mm² /Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO TIPO CUNA	u	3,00	5,92	17,76
	SUB-TOTAL 5:				1 087,26
6,00	RETENIDAS Y ANCLAJES				
6,01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm ø, 7 HILOS	m	250,00	4,20	1 050,00
6,02	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE A°G°, 16 mm ø x 203 mm, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	150,00	9,50	1 425,00
6,04	VARILLA DE ANCLAJE DE A° G° DE 16 mm ø x 2,40 m, PROV. DE OJAL GUARD. EN UN EXTREMO; TCA Y CTC EN EL OTRO	u	25,00	35,00	875,00
6,05	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A° G°, 102 x 102 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mmø	u	25,00	5,00	125,00
6,06	MORDAZA PREFORMADA DE A° G° PARA CABLE DE 10 mm ø	u	50,00	9,00	450,00
6,07	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A° G°, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mmø	u	50,00	2,00	100,00
6,08	SOPORTE DE CONTRAPUNTA DE 51 mmøx1000mm DE LONG. CON ABRAZADERA PARTIDA EN UN EXTREMO	u		70,00	
6,09	ALAMBRE DE ACERO N° 12; PARA ENTORCHADO	m	75,00	1,00	75,00
6,10	BLOQUE DE CONCRETO DE 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	25,00	28,00	700,00
6,11	CONECTOR BIMETÁLICO FORRADO PARA Al 25 mm² Y COBRE DE 16mm², TIPO CUÑA	u	25,00	6,70	167,50
6,12	CONECTOR DOBLE VIA BIMETÁLICO PARA CABLE DE ACERO DE 10mmø Y COBRE DE 16 mm²	u	25,00	5,92	148,00
	SUB-TOTAL 6:				5 115,50
7,00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS				
7,01	PERNO CON GANCHO DE 16mm ø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRAT., LONG. 203 mm	u		9,80	
7,02	PERNO CON GANCHO DE 16mm ø, PROVISTO DE ARANDELA, TUERCA Y CONTRAT., LONG. 254 mm	u	15,00	10,80	162,00
7,03	PERNO DE A°G° DE 13mm ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 203 mm	u		7,70	
7,04	PERNO DE A°G° DE 13mm ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 254 mm	u	33,00	8,20	270,60
7,05	PERNO CON OJAL, DE A°G° DE 16mm ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 203 mm	u		9,30	
7,06	PERNO CON OJAL, DE A°G° DE 16mm ø, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRAT., LONG. 254 mm	u	27,00	11,20	302,40
7,07	TUERCA-OJAL DE A°G° PARA PERNO DE 16 mmø	u	8,00	8,30	66,40
7,08	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 19 mm PROVISTO DE HEBILLA, 40 cm LONGITUD	u		6,58	
7,09	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57 mm, AGUJERO DE 18mmø	u	69,00	2,00	138,00
7,11	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 220 V (10 BORNERAS EN CADA BARRA DE Cu)	u		185,00	
7,12	PORTALINEA UNIPOLAR DE A°G°, PROVISTO DE PIN DE 10 mm ø	u	66,00	4,28	282,48
	SUB-TOTAL 7:				1 221,88
8,00	PUESTA A TIERRA				
8,01	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE 16 mm ø x 2,40 m	u	8,00	43,00	344,00
8,02	CONECTOR BIMETÁLICO PARA Al 25 mm² Y COBRE DE 16mm², TIPO CUNA	u	8,00	7,20	57,60
	SUB-TOTAL 8:				401,60
9,00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
9,01	TUBO DE A°G° STANDARD / REDONDO DE 19mm x 1,5mm x 2,5m, PROVISTO DE CODO	u	13,50	33,49	452,12
9,06	ARMELLA TIRAFONDO DE 10mm f x 64mm DE LONGITUD	u	27,00	1,20	32,40
9,07	TARUGO DE CEDRO DE 13 mm x50 mm	u	27,00	0,66	17,82
9,08	ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	m	108,00	1,00	108,00
9,09	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO, PARA Al 25 mm²/Cu 4-10 mm², PARA FASE AISLADA, TIPO PERFORACIÓN	u	27,00	10,50	283,50
9,10	CONECTOR BIMETÁLICO, PARA Al 25 mm²/Cu 4-10 mm², PARA NEUTRO DESNUDO, TIPO CUÑA	u	27,00	4,30	116,10
9,11	TEMPLADOR DE A°G°	u	54,00	2,10	113,40
9,12	CAJA METÁLICA PORTAMEDIDOR, EQUIPADO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 10A	u	27,00	76,66	2 069,82
9,13	MEDIDORMONOF. DE ENERGIA ACTIVA, TIPO ELECTRONICO CON MICROPROCESADOR DE 220V; 10-40A; 60Hz; CLASE 1.	u	27,00	90,00	2 430,00
	SUB-TOTAL 9:				5 623,16
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				S/.	42 319,15

Tabla N° 21: Presupuesto referencias para el montaje del subsistema de distribución eléctrica

VALOR REFERENCIAL					
MONTAJE ELECTROMECHANICO PARA REDES SECUNDARIAS					
REDES SECUNDARIAS 220V, ALUMBRADO PUBLICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA EL PROYECTO: "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELECTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERIO CHORRO BLANCO UBICADO EN SAN ANDRES DE CUTERVO-CUTERVO - CAJAMARCA"					
B: MONTAJE ELECTROMECHANICO					
ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	METRADO TOTAL CANT.	PRECIO UNIT. S/.	TOTAL S/.
1,00	MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES				
	COMPRENDE TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE :				
1,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 3X16+16/25 mm2	km	0,0		0,00
1,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X16/25 mm2	km	1,1	800,00	917,84
1,05	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1X16/25 mm2	km	0,1	600,00	62,04
	SUB-TOTAL 1:				979,88
2,00	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA				
2,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso y/o conglomerado)	m ³	12,3	31,62	389,56
2,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (rocoso)	m ³	0,0	112,44	0,00
2,03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 EN POSTE DE CONCRETO	u	8,0	18,19	145,52
2,04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA	m ³	16,0	45,57	730,03
	SUB-TOTAL 2:				1 265,11
3,00	PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS				
3,01	INSTALACIÓN DE PASTORAL DE A° G°	u	3,0	19,63	58,89
3,02	INSTALACIÓN DE LUMINARIA Y LÁMPARA	u	3,0	34,58	103,74
	SUB-TOTAL 3:				162,63
4,00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
	INSTALACION DE ACOMETIDA DOMICILIARIA, QUE COMPRENDE : CONEXION DE ACOMETIDA DOMICILIARIAS, MONTAJE DE MEDIDOR Y CONTRASTE DEL MEDIDOR.				
4,03	CONEXIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA CONFIGURACIÓN CORTA (SIN MED	u	7,0	35,26	246,82
4,04	CONEXIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIARIA CONFIGURACIÓN LARGA (SIN MED	u	20,0	42,67	853,40
4,05	INSTALACION DE MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA ELECTRONICO	u	38,0	11,09	421,42
4,06	CONTRASTE DE MEDIDOR MONOFÁSICO DE ENERGÍA ACTIVA - ELECTRÓNICO	u	38,0	20,00	760,00
	SUB-TOTAL 4:				2 281,64
5,00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO:				
5,01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Loc	1,0	452,97	452,97
5,02	EXPEDIENTE TECNICO FINALES CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS) DE REDES SECUNDARIAS, INCLUYE LA PRESENTACIÓN DIGITALIZADA DE L EXPEDIENTE EN UN CD	Glb	1,0	150,00	150,00
	SUB-TOTAL 5:				602,97
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				S/.	17 248,81

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 22: Presupuesto referencial para el subsistema de distribución eléctrica

PRSUPUESTO REFERENCIAL - REDES SECUNDARIAS		
REDES SECUNDARIAS 220V, ALUMBRADO PUBLICO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA EL PROYECTO: "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELECTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERIO CHORRO BLANCO UBICADO EN SAN ANDRES DE CUTERVO-CUTERVO - CAJAMARCA"		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	42319,15
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	17 248,81
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	3385,53
F	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.) (S/.)	62 953,49

Fuente: elaboración propia

Tabla N° 23: Costo directo para el subsistema de distribución secundaria

Descripción	Und.	Cant.	Costo unitario S/	Sub-Total S/
SUMINISTRO DE MATERIALES				
Panel solar SIMAX 140 Wp	Unid.	32	522,00	16 704,00
Controlador Blue Solar MPPT 150 I 80	Unid.	1	3 834,10	3 834,10
Batería RITAR 12V 200 Ah	Unid.	20	1 475,00	29 500,00
Inversor POWER STAR 48V	Unid.	1	4 074,00	4 074,00
Estructura Metálica de soporte	Glb.	1	3 500,00	3 500,00
Accesorios del SFV	Glb	1	1 800,00	1 800,00
SUMINISTRO DE MATERIALES				66 334,00
MONTAJE DE MATERIALES				4 643,38
TRANSPORTE DE MATERIALES				3 980,04
COSTO DIRECTO (S/.)				74 957,42

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24: Presupuesto referencial para el sistema eléctrico fotovoltaico del caserío Chorro Blanco

PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERÍO CHORRO BLANCO	
<i>Costo para el subsistema de generación fotovoltaica</i>	<i>74 957,42</i>
<i>Costo para el subsistema de distribución de energía eléctrica</i>	<i>62 953,49</i>
<i>TOTAL S/.</i>	<i>137 910,91</i>
<i>Gastos Generales</i>	<i>13 791,09</i>
<i>Utilidades S/.</i>	<i>13 791,09</i>
<i>COSTO SIN IGV S/.</i>	<i>165 493,09</i>
<i>IGV S/.</i>	<i>29 788,76</i>
<i>COSTO TOTAL INCLUIDO IGV S/.</i>	<i>195 281,85</i>

Fuente: elaboración propia

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

- a) Se realizó el cálculo del consumo de energía diaria promedio proyectada a partir de la población y número de viviendas actuales que es de 25, 01 pequeña iglesia, 01 Local comunal, el cual es de 13,98 kWh/día y una potencia de 3,03 kW teniendo en cuenta un periodo de tiempo de utilización de cada equipo instalado en cada vivienda.
- b) Se obtuvo los datos de radiación solar promedio mensual de todo un año por medio de datos estadísticos brindados por la página de la NASA, software Solarius Plus, Software Meteonorm y del atlas del SENAMHI, en donde se tomó el nivel de radiación solar más bajo 4,61 kWh/m²/día; el sistema eléctrico fotovoltaico compuesta por 32 paneles fotovoltaicos de 140 Wp de potencia cada uno, 20 baterías de acumuladores, 01 regulador de carga y 01 inversor. Dando una potencia instalada del sistema de captación de energía de 4,48 kWp. En el ANEXO 07, se muestran los equipos para el sistema eléctrico fotovoltaico.
- c) Se dimensiono el subsistema de distribución de donde se obtuvo que los postes a usar serán de C.A.C. de 8m; el conductor eléctrico a usar será el 1x16+16/25 para los tramos de alumbrado y 1x16/25 para los tramos donde no hay alumbrado; la ruta de la red de distribución está elaborado en el ANEXO 09.
- d) El presupuesto del sistema eléctrico fotovoltaico es de S/.195 281,85 .

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Garces, Favio de Jesus. «Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios.» Bogota, 2016.
- Agustin Castejon, German Santamaria. *instalaciones solares fotovoltaicas*. España, s.f.
- Arias, Joaquin Jordan. «Estudio de la utilización de energía eólica para la generación de electricidad en un asentamiento humano de San Juan de Marcona.» Lima, 2009.
- Castejon, Agustin. *Instalaciones solares fotovoltaicas*. España, 1998.
- Cespedes Molano, Luis Ernesto. «Evaluacion tecnica y diagnostico de la calidad de la nergia electrica en la planta Quala S.A.» Bogota, 2007.
- Chercca Ramirez, Juan Avilio. «Aprovechamiento del recurso eólico y solar en la generación de energía eléctrica y la reducción de emisiones de CO2 en el poblado rural la Gramita de Casma.» Lima, 2014.
- Diaz Corcobado, Tomas. *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Mexico, 2008.
- Energia Innovadora. «Cotizacion del sistema fotovoltaico de bombeo de agua.» 2017.
- Enriquez Harper, Gilberto. *ABC de la calidad de la ENERGIA ELECTRICA*. Mexico: Limusa. s.f.
- Gonzales Peñafiel, Gustavo Guillermo, Juan Carlos Sambrano Manosalvas, y Edinson Fabricio Estrada Pulgar. «Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del golfo de Guayaquil, provincia de Guayas.» Guaayaquil, 2014.
- Indeco. «Catalogo de cables NYY -DUPLEX.» s.f.
- Ixtebe Portabelle, Cilveti. «Proceso de creacion de una planta solar fotovoltaica conectada a red.» Barcelona, 2010.

Joachin Barrios, Carmencita De los Angeles. «Diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado para el suministro de energía eléctrica a la comunidad Buena Vista, San Marcos.» Guatemala, 2008.

Llauce Chozo , Anthony Joel. «Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceño, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura”.» Lambayeque, 2016.

Lopez Argumedo , Ester Sanz. «Estudio técnico-Económico de una instalación solar fotovoltaica conectada a red de 5kWp.» Leganes, 2009.

MEM. *Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos*. 020-97-EM.

MINEM, DGE. «Código Nacional de Electricidad Suministro.» 2001.

Moran Santamaria, Jorge Maximo. «Análisis y evaluación para la viabilidad técnica y económica en el uso de la energía fotovoltaica para el centro poblado Cruz de Pañala.» Lambayeque, 2013.

Muñoz Anticona, Delfor Flavio. «Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país.» Lima, 2005.

Paredes Rubio, Arturo Romero. «Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica.» Mexico, 2001.

Prado Mora, Carlos Roberto. «Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada.» 2008.

SENAMHI. «Atlas de energía solar del Perú.» 2003.

solar, Guía de la energía. «Guía de la energía solar.» 2006, 2016.

Valdiviezo Salas, Paulo Daniel. «Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP.» Lima, 2014.

ANEXOS

ANEXO N°01. FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

ANEXO N°02. FICHA TÉCNICA DE LAS BATERÍAS

ANEXO N°03. FICHA TÉCNICA DEL REGLADOR DE CARGA

ANEXO N°04. FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR

ANEXO N°05. CATALOGO DE CABLES NYY DUPLEX

ANEXO N°06. CATALOGO DE FUSIBLES

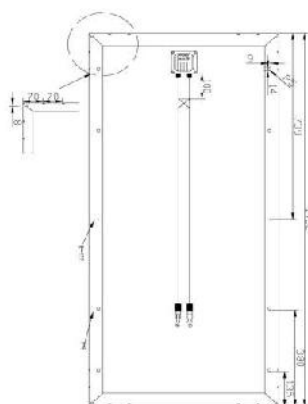
ANEXO N° 07. SUBSISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

ANEXO N° 08. SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

ANEXO N° 09. DIAGRAMA DE CARGA

ANEXO N° 10. METRADO

SIMAX 156 Polycrystalline Solar Module (SP636-125W-145W)



Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon solar cell 156x156(mm)
No. of Cells	36(4x9)
Dimensions	1482x676x50(mm)
Weight	14kg
Front Glass	3.2mm(0.13 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy

Output

Cable Type	$\Phi=4\text{mm}^2$
Lengths	L=900mm
Junction Box	PV-GZX0601 MC3 or MC4

Temperature Coefficients

Nominal operating cell temperature(NOCT)	$45\pm 2^\circ\text{C}$
Temperature Coefficient of P_{max}	$-0.39\%/^\circ\text{C}$
Temperature Coefficient of V_{oc}	$-0.34\%/^\circ\text{C}$
Temperature Coefficient of I_{sc}	$0.035\%/^\circ\text{C}$

Electrical Specifications

Parameters	SP636-125	SP636-130	SP636-135	SP636-140	SP636-145
Peak power (P_{m} (W))	125 $\pm 3\%$	130 $\pm 3\%$	135 $\pm 3\%$	140 $\pm 3\%$	145 $\pm 3\%$
Open circuit voltage V_{oc} (V)	21.7	21.7	22.3	22.3	22.9
Max. power voltage V_{mp} (V)	17.7	17.5	18	18	18.5
Max. power current I_{mp} (A)	7.14	7.43	7.5	7.78	7.84
Short circuit current I_{sc} (A)	7.57	7.87	7.95	8.25	8.31
Dimensions(L*W*H)	1482*676*50				
Weight(kg)	14				
Max. over-current (A)	14				
Max. system voltage (V)	1000V DC				
Application Class	Class A				
Mono crystalline silicon solar cell	156x156*0.19mm				
No. of cells and connections	36 series				
No. of bypass diodes	6				
Bypass diode rating (A)	10				
Bypass diode max. junction temperature($^{\circ}\text{C}$)	200				
Bypass diode thermal resistance($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	3.0				
STC	Irradiance:1000W/m ² , Cell temperature:25 $^{\circ}\text{C}$, AM:1.5				
Maximum No. of series connection	43				
Maximum No. of parallel connection	2				

Controladores de carga BlueSolar con conexión roscada - o MC4 PV

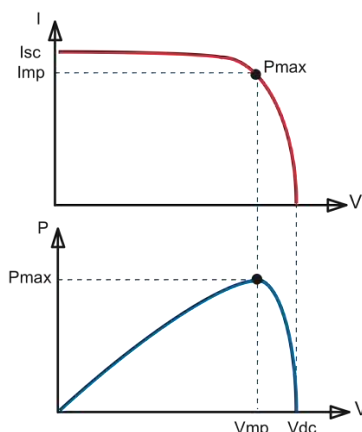
MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

www.victronenergy.com


Controlador de carga solar
MPPT 150/70-Tr



Controlador de carga solar
MPPT 150/70-MC4



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de $I \times V$ alcanza su pico.

Curva inferior:

Potencia de salida $P = I \times V$ como función de tensión de salida. Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a V_{mp} .

Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés) Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MPP local, que pudiera no ser el MPP óptimo. El innovador algoritmo de BlueSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV. Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android consulte "Mochila inteligente de conexión VE. Direct a Bluetooth"
- Panel ColorControl

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Tensión de la batería	Selección automática 12 / 24 / 48 V (se necesita una herramienta de software para seleccionar 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV máxima, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV máxima, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV máxima, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Corriente de cortocircuito máxima FV 2)	50A	50A	50A	70A	70A
Tensión máxima del circuito abierto FV	150V máximo absoluto en las condiciones más frías 145V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	10mA				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (ajustable)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (ajustable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	-30 a +60° C (potencia nominal completa hasta los 40° C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Puerto de comunicación de datos y on-off remoto	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)				
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm² / AWG2 (modelos Tr), Dos conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos de hasta 150/70) Tres conjuntos de conectores MC4 MC4 (modelos 150/85 y 150/100)				
Bornes de batería	35 mm² / AWG2				
Tipo de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3kg			4,5kg	
Dimensiones (al x an x p)	Modelos Tr: 185 x 250 x 95mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95mm			Modelos Tr: 216 x 295 x 103mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103mm	
ESTÁNDARES					
Seguridad	EN/IEC 62109				
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado. 1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V. 2) Un sistema FV con una corriente de cortocircuito más alto dañaría el controlador. 3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A					

DC12-200(12V200Ah)

RITAR®

Specification

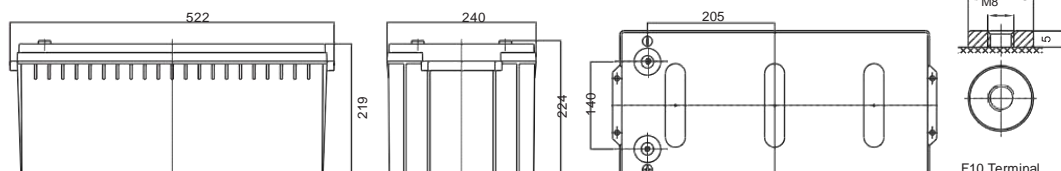
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 60.0 Kg (Tolerance±1.5%)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Terminal	F10(M8)/F16(M8)
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Maximum Charging Current	60.0 A
Reference Capacity	C3 154.8AH C5 176.0AH C10 200.0AH C20 210.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charged batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharge. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offers 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment, RV, telecom, broadband and cable TV, UPS systems etc.



Dimensions



Length	522±1mm (20.6 inches)
Width	240±1mm (9.45 inches)
Height	219±1mm (8.62 inches)
Total Height	224±1mm (8.82 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N*m
M6	8~10 N*m
M8	10~12 N*m

Unit: mm

Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	417.6	329.1	190.8	119.8	74.0	55.1	44.1	37.1	25.3	21.5	10.9
1.65V	403.7	319.3	186.8	117.5	72.7	54.3	43.4	36.7	25.1	21.3	10.8
1.70V	385.5	306.3	181.5	114.5	71.0	53.2	42.6	36.1	24.7	21.0	10.7
1.75V	361.2	289.0	174.3	110.4	68.8	51.6	41.5	35.2	24.2	20.6	10.5
1.80V	328.7	265.6	164.4	104.8	65.6	49.5	40.0	34.0	23.4	20.0	10.3
1.85V	284.3	233.3	150.4	96.8	61.1	46.4	37.8	32.3	22.4	19.2	9.89

Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

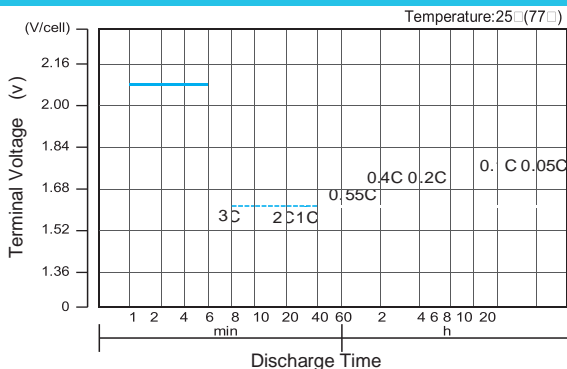
F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	710	575	347	224	140	105	84.6	71.6	49.5	42.2	21.5
1.65V	704	570	344	222	139	104	83.8	71.0	49.1	41.9	21.4
1.70V	680	552	336	217	136	102	82.5	70.0	48.4	41.3	21.1
1.75V	649	528	326	210	132	99.9	80.6	68.6	47.5	40.6	20.8
1.80V	601	492	311	201	127	96.1	77.9	66.5	46.2	39.5	20.3
1.85V	529	438	287	187	119	90.6	73.8	63.4	44.2	38.0	19.6

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values.

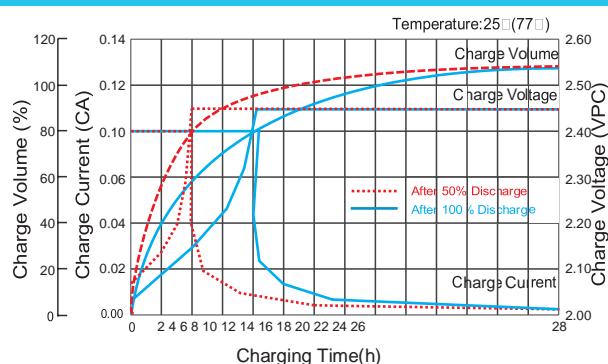
DC12-200(12V200Ah)



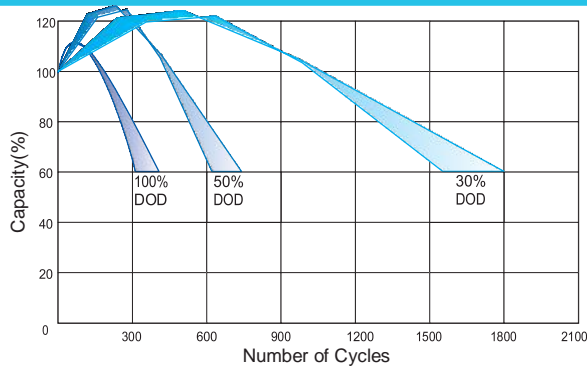
Discharge Characteristics Curve



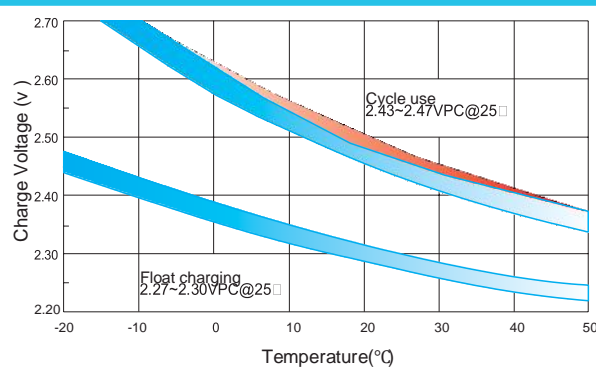
Charge Characteristic Curve for Cycle Use(IU)



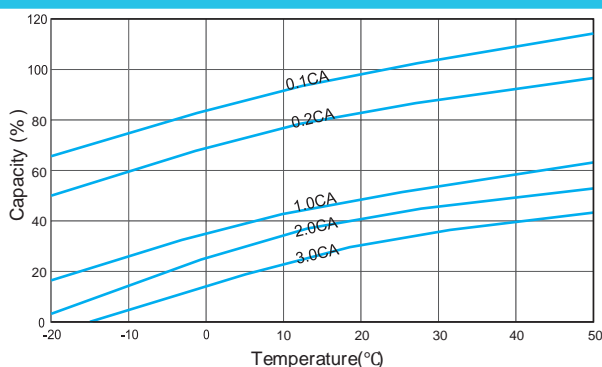
Cycle Life in Relation to Depth of Discharge



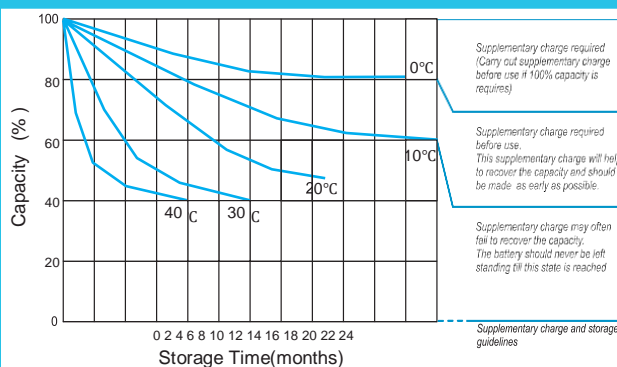
Relationship Between Charging Voltage and Temperature



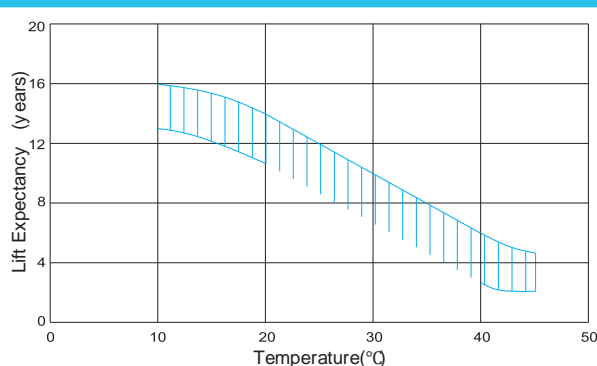
Temperature Effects on Capacity



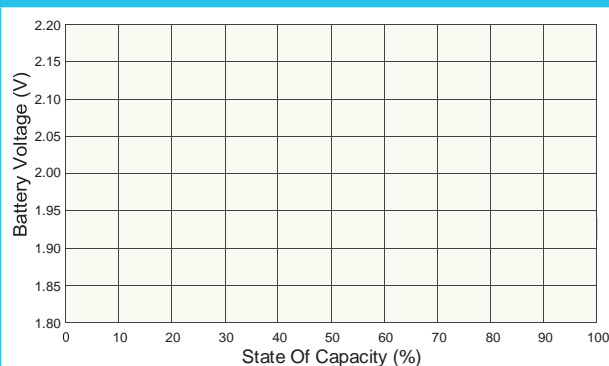
Storage Characteristics



Effect of Temperature on Long Term Life

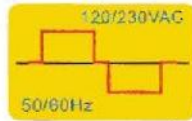
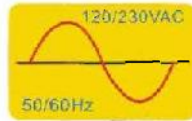


Relationship of OCV And State of Charge(20°C)



Power Star W7

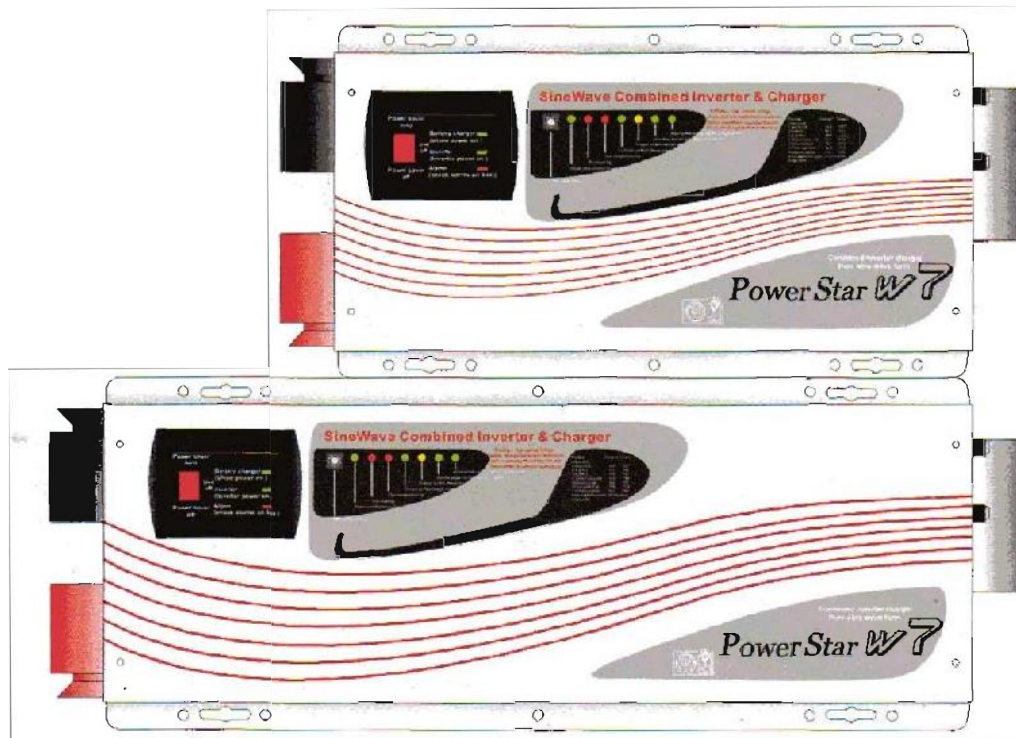
Product Information Guide



1000W	4000W
2000W	5000W
3000W	6000W

Continuous power
with P.F.C charger

SineWave Combined Inverter & Charger



Models: 0612, 1012, 2012, 3012, 2024, 3024

0612E, 1012E, 2012E, 3012E, 2024E, 3024E

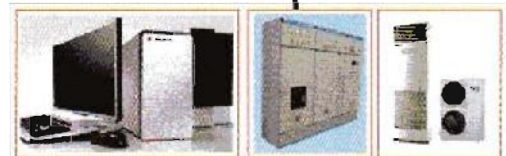
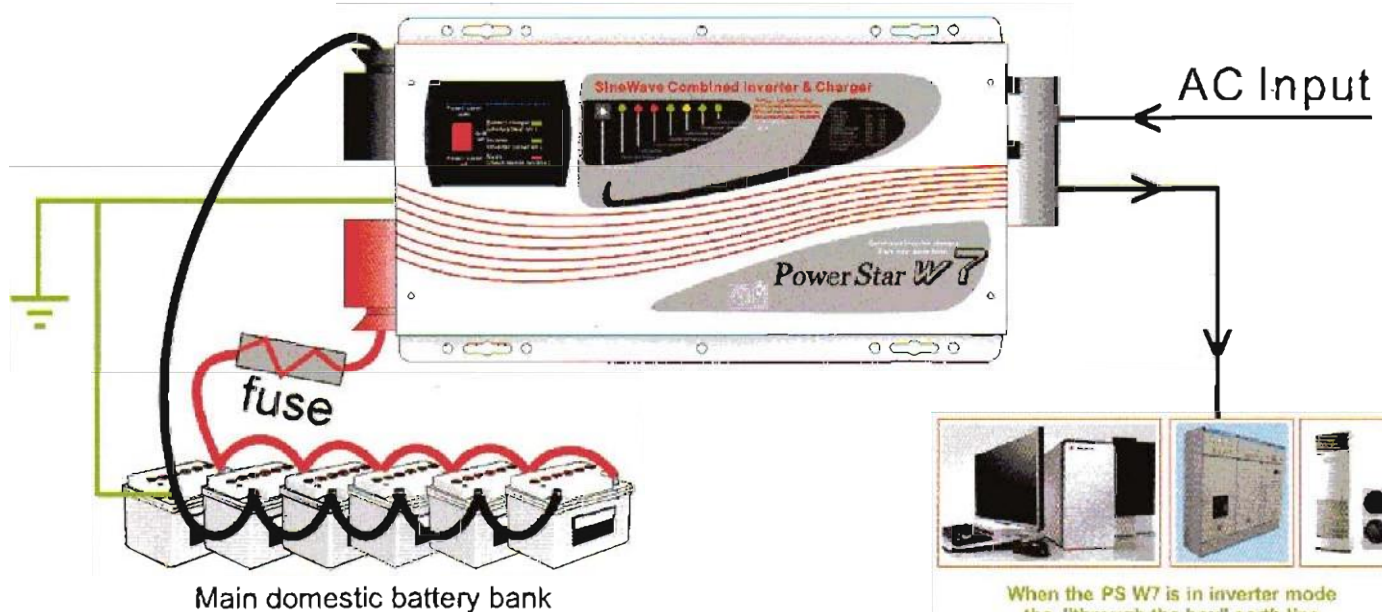
4024E, 5024E, 6024E, 4048E, 5048E, 6048E



Combined inverter & charger

Basic wiring for the Power Star W7 Series

Warning: High voltage, do not open unless qualified to do so;
Please read instructions before working on this product.

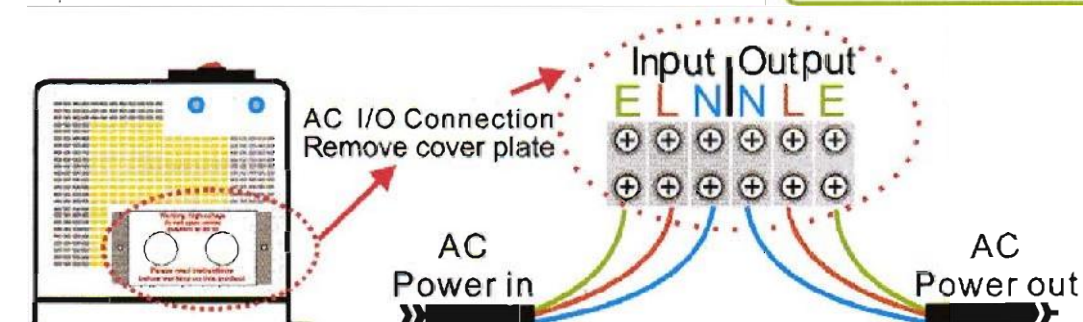
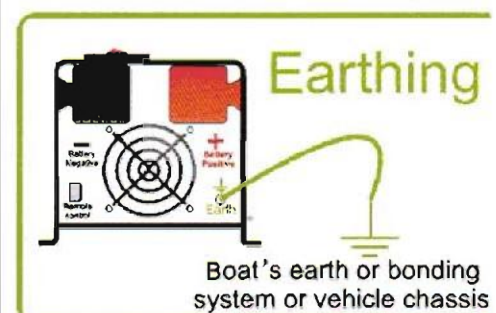


When the PS W7 is in inverter mode the "through the box" earth line is automatically disconnected from the input earth and joined to the output neutral, complying with the natural earth inverter requirements. If you wish to maintain a through earth simply connect the input earth to the output earth.

WHAT CABLE TO USE in mm²:

A charger or inverter	cable run distance 0 - 1.5m	cable run distance 1.5 - 4.0m
125-180 A	50 mm ²	70 mm ²
180-330 A	70 mm ²	90 mm ²

Please note that if there is a problem obtaining for example 90 mm² cable, use 2 x 50 mm², or 3 x 35 mm². One cable is always best but, cable is simply copper and all you require is the copper, so it does not matter if it is one cable or 10 cables as long as the square area adds up. Performance of any product can be improved by thicker cable and shorter runs, so if in doubt round up and keep the length as short as possible.



Check list

- 1) Ensure that the inverter has the correct DC voltage for your boat or vehicle system. ie 12v or 24v/48v.
- 2) Fit as close to the batteries as possible. the shorter the DC cables the better. Voltage drop on long cables will effect the unit's performance.
- 3) Do not reverse the cables! Connect the red cable to the positive terminal and the black cable to the negative terminal of the battery. In the event of reverse polarity the unit could be totally destroyed.
- 4) Always use the inverter in an environment which is well ventilated, not exposed to direct sunlight or a heat source, away from water, moisture, oil or grease, away from any highly inflammable substance, out of reach from children.
- 5) The output voltage of this unit must never be on your AC system at the same time as any other AC source such as the 230V external mains line or a generator. All external power must go through the PS W7.
- 6) Always switch on the PS W7 first, before plugging in any appliance.
- 7) Under new electrical legislation only professional electricians should install this product.

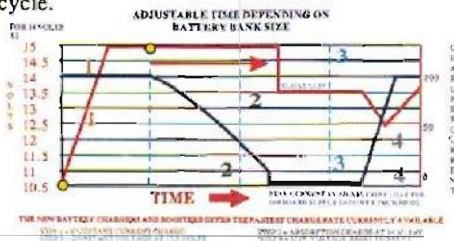
Ensure the fitting instructions are fully understood before fitting this product.

Installation

- 1) Position the unit as close to the main battery bank as possible
- 2) Position in a cool, dry & well ventilated space
- 3) Orientation of the unit is not critical.
- 4) Either purchase the standard cable set from Dealer which is about 1.5 metres, or if using your own cable, use the cable size chart provided on the installation drawing to ensure you have thick enough cable for the DC leads. In the event of not being able to get the size requested (it can be hard to get thick cable) then simply add multiple length of thinner cable, i.e. if you cannot get 90mm² cable then use 3* 35mm² cable, at the end of the day its just copper we need.
- 5) Fit a fuse suitable for the job, again look at the installation drawing. We have a full range of high current fuses in the GANLR range of gold fuse products, ranging from 100-500 Amps. on the DC side
- 6) Connect the cables from the batteries to the fuse then to the unit, this way if there is a fault at the unit the fuse is already in place and this will be safe. In the event of a isolation switch being used, please ensure the rating of the switch can handle the power of the unit.
- 7) Ensure the unit is switched off during installation.
- 8) On the AC side ensure the shore power (all external AC sources) are totally disconnected, connect the output from the inverter to suitable Residual Current Breaker (R.C.D. for earth protection) and current over load trips. Fuse the AC input side depending on through power requirements, the max through power is 30Amps, so fuse at 40A (allowing also for charger consumption) if you intend to use the full through power for standard 13-16 amps throughput then a 20A fuse would be appropriate.
- 9) We recommend Multi core tri rated AC cable, if used on a boat or vehicle, as this is much safer where vibration is likely. Only use single solid household AC cable if the product is being used as a power source for a house or platform free of vibration.
- 10) Before attempting to switch on the unit, please ensure you have selected the correct battery type on the small battery type selector switch on the front of the main box, rotate the switch to your battery type. The Progressive charge control software will automatically adjust for battery bank size and state

Charge Stage Transition Definitions

- Boost CC Stage: If AC input is applied, the charger will run at full current in CC mode until the charger reaches the boost voltage.
- Software timer will measure the time from AC start until the battery charger reaches 0.3V below the boost voltage, then take this time as T_1 and $T_1 \times 10 = T_2$.
- Boost CV Stage: Start a T_1 timer; the charger will keep the boost voltage in Boost CV mode until the T_1 timer has run out. Then drop the voltage down to the float voltage. The timer has a minimum time of 1 hour and a maximum time of 12 hours.
- Float Stage: In float mode, the voltage will stay at the float voltage.
- If the AC is reconnected or the battery voltage drops below 12Vdc/24Vdc, the charger will reset the cycle above.
- If the charge maintains the float state for 10 days, the charger will reset the cycle.



The battery type and charge voltage recommendations are set out above For 24V unit x the above by 2. Some battery types may look confusing such as gel usa and gel euro, AGM usa and AGM euro. If you find this confusion then join the club, we have had the different voltage curves supplied to us by different companies from the U.S.A. and Europe for what we seem the same product, however it's not our call, we simply supply the options, if in doubt call your battery supplier and ask which charge voltage they want you to use for their battery type, and select the closest to it. If totally confused then use the lower voltage setting until you have had a higher voltage setting confirmed to you by whoever supplied the batteries to you.

The de-sulphation cycle on switch position 8 is marked in red because this is a very dangerous setting if you do not know what your are doing. Before even attempting to use this cycle you must clearly understand what it does and when and how you would use it.

What causes sulphation? This can be occur with infrequent use of the batteries, or if the batteries have been left discharged so low that they will not accept a charge. This cycle is a very high voltage charge cycle designed to try to break down the sulphate 'crust' that is preventing the plates taking a charge and thus allow the plates to clean up and so accept charge once again.

How to use this function. (only suitable for open lead acid batteries)

- 1) Ensure the battery bank is totally isolated from anything else on the boat or vehicle; the high voltage applied by this setting could destroy all your electronics and other electrical equipment still connected (hence all these instructions are in red, this is a very expensive mistake).
- 2) Make sure the battery compartment is very well ventilated and battery caps are removed.
- 3) Switch the battery type selector switch to the correct position, then switch the AC power on.
- 4) Because this is such a dangerous setting there is a 4 hr time out period build into the software, however on a very large battery bank this may not be enough and the unit may need to be switched off and on again to do another cycle.

What to expect on this cycle.

I would recommend you monitor the voltage of the sulphated battery bank. When you switch on the cycle the voltage should shoot up to the full 15.5 volts very fast (within minutes) this is because the batteries cannot accept the charge (assuming they are sulphated). However, over a period of 1-2 hrs the voltage should start to drop (as the plates start to clean and the batteries start to take a charge) the voltage could drop way down to about 12.5 volts then start to rise. This shows the batteries are now taking a charge and starting to fill up. In this case it would be safe to switch the unit off and select your normal charging curve and hopefully this will bring your batteries back from the dead. You may need to repeat the process a few times. Please note this is a professional guess tool, which most times helps, but its not magic, so expect the worst and hope for the best. Never leave a system unattended when on this mode. If the battery temperature reaches above 50 deg c (ie. if the batteries are almost too hot to touch) then stop the process).

Install remote control.

Isolate the unit before attempting this so there are no high voltages.

The local control panel on the front of the unit can also be used as a remote control, reveal the screws holding the panel onto the main box, carefully remove the panel and disconnect it from the connection socket behind the unit.

Fill the hole on the main unit using the blank replica of the remote control unit.

Using the remote cable supplied then re-connect the panel to the unit

Operation and what to expect

- 1) After the unit is installed, using the panel on the front of the unit, and with the shore power (120 / 230V AC) still disconnected, switch the unit on. The leds will cycle through there test routine, then the unit should go into inverter mode and 120 / 230V should be produced on the output AC terminals (provided the batteries are over 11 volts).
- 2) If the above is ok, then connect the shore power to feed 120/230V into the PS W7, after a short while, the inverter should go off line, and feed the shore power through the inverter. Changeover is about 20 milli secs (so fast that you should not be able to notice it) and the battery charger should come on-line and go through it's charge sequence ending, after 1-10 hrs, with float voltage.

Common faults:

There are numerous faults which the unit can detect and transmit the fault to you by the use of l.e.d.s and alarm on the unit itself. The remote control gives a little help but the real fault finding can only take place at the unit. Please see the fault finding chart over the page for full information.

General specification

Input Wave form:
Nominal voltage:
Low voltage trip:
Low voltage re engage:
High voltage trip:
High voltage re engage:
Max input AC voltage:
Nominal input frequency:
Low freq trip:
High freq trip:
Output wave form:
Overload protection:
Short circuit protection:
Transfer switch rating:
Efficiency on line transfer mode:
Line transfer time:
Bypass without battery connected:
Max bypass current:
Bypass over load current:

Inverter specification / output

Output wave form:
Output continuous power watts:
Output continuous power VA:
Power factor:
Nominal output voltage rms:
Output voltage regulation:
Output frequency:
Nominal efficiency:
Surge ratings:
Short circuit protection:

Inverter specification / input

Nominal input voltage:
Minimum start voltage:
Low battery alarm:
Low battery trip:
High voltage alarm:
Power saver:
Power saver:

Charger mode specification

Input voltage range:
Output voltage:
Charge current:
Battery initial voltage for start up:
Over charge protection shutdown:

Charger curves (4 stage constant current) battery types

4 step digital controlled progressive charge

Battery type:

Gel U.S.A
A.G.M. 1
A.G.M. 2
Sealed lead acid
Gel euro
Open lead acid
Calcium
De-sulphation
Remote control / RS232 / USB
Size: in mm

Weight:

Power star

Sine wave (Utility or Generator)
120VAC 230VAC
90v ± 4% 184v/154v ± 4%
100v ± 4% 194v/164v ± 4%
140v ± 4% 253v ± 4%
135v ± 4% 243v ± 4%
150VAC 270VAC
50Hz or 60Hz (Auto detect)
47 Hz for 50 Hz, 57Hz for 60Hz
55 Hz for 50 Hz, 85 Hz for 60Hz
(Bypass mode) same as input
Circuit breaker
Circuit breaker
30 amp or 40 amp
95%+
10 ms Typical
Yes
30 amp or 40 amp
35 amp or 45 amp: Alarm

Pure sine wave or quasi sine wave
1000 2000 3000 4000 5000 6000
1000 2000 3000 4000 5000 6000
0.9-1.0
120/230VAC
+/- 10% rms
50Hz ± 0.3Hz or 60Hz ± 0.3Hz
>88%
3000 6000 9000 12000 15000 18000
Yes, fault after 10 secs

12v	24v	48v
10v	20v	40v
10.5v	21v	42v
10v	20v	40v
16v	32v	64v

Below 25 watts when enabled
Same switched on/off on remote

95-127VAC 194-243VAC/164-243VAC(W)
Dependent on battery type
35A / 70A
0-15.7v for 12v(*2 for 24v; *4 for 48v)
15.7v for 12v(*2 for 24v; *4 for 48v)

Battery type:	Fast V	Float V (*2 for 24v; *4 for 48v)
Gel U.S.A	14.0	13.7
A.G.M. 1	14.1	13.4
A.G.M. 2	14.6	13.7
Sealed lead acid	14.4	13.6
Gel euro	14.4	13.8
Open lead acid	14.8	13.3
Calcium	15.1	13.6
De-sulphation	15.5 for 4 hrs	
Remote control / RS232 / USB	Yes. Optional	
Size: in mm	1000/2000/3000 Model: 442*218*179mm'	
	4000/5000/6000 Model: 598*218*179mm'	
Weight:	1000 2000 3000 4000 5000 6000	
	18kg 20kg 22kg 35kg 38kg 40kg	

Ordering Information

Typical part number ▶ PSW7 -S -20 -12 -E 00

1. Basic Series
PSW7 = Combined Inverter & Charger

2. Waveform
S = Pure Sinewave Q = Quasi Sinewave

3. Power Rating
10 = 1000W 20 = 2000W 30 = 3000W
40 = 4000W 50 = 5000W 60 = 6000W

4. Battery Voltage
12 = 12VDC 24 = 24VDC 48 = 48VDC

5. AC Voltage
E = 230VAC NC = 120VAC

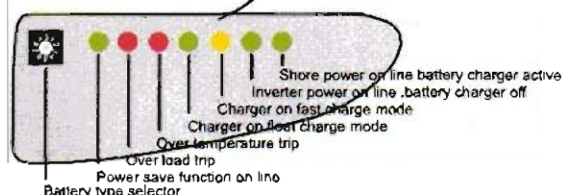
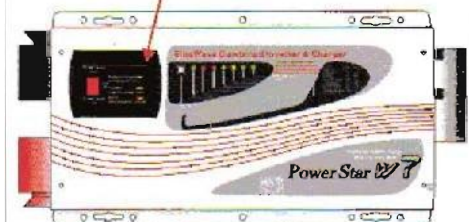
6. Suffix
00 = Standard model 01 = Customer model

AC input current specification

Input C	SW Status
1A	SW ₁ ON
2A	SW ₁ +SW ₂ ON
3A	SW ₁ +SW ₂ +SW ₃ ON

Remote control installation

remove 4 screws holding this panel and disconnect the cable behind it



Indication & fault finding chart

Status	Function	L.E.D.s on main unit	audible alarm	L.E.D.s on remote
Charge Function	Constant current charge	on	on	on
	Constant voltage charge	flash	on	on
	Float	on	on	on
	Standby	on	on	on
Inverter mode	Inverter on	on	on	on
	Power saver on	on	on	on
Alarms	Battery low voltage	on	beep 0.5s every 5s	on on
	Battery high voltage	on	beep 0.5s every 5s	on on
	Over load (inverter mode)	on	beep 0.5s every 5s	on on
	Over temp (inverter mode)	on	beep 0.5s every 5s	on on
	Over temp (line mode)	on	beep 0.5s every 5s	on on
	Over charge	on	beep 0.5s every 5s	on on
Fault Mode	Fan lock	on	beep continuous	on
	Battery high voltage	on	beep continuous	on
	Inverter mode overload	on	beep continuous	on
	Over temperature	on	beep continuous	on
	Back voltage	flash	beep continuous	flash

NYY DUPLEX / TRIPLE

Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, etc.), directamente enterrado en lugares secos y húmedos.

Descripción

Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado (comprimido, compactado), aislamiento y cubierta individual de PVC. En la conformación duplex los dos conductores son trenzados entre sí. En la conformación triple, los tres conductores son ensamblados en forma paralela mediante una cinta de sujeción.

Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita empalmes, derivaciones y terminaciones. Menor peso que los cables NYY convencionales y mejor disipación de calor permitiendo obtener una mayor intensidad de corriente admisible. Retardante a la llama.

Marcación

INDECO S.A. NYY(80°) 0.6/1 kV 3-1x<Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

Calibre

6 mm² – 500 mm²

Embalaje

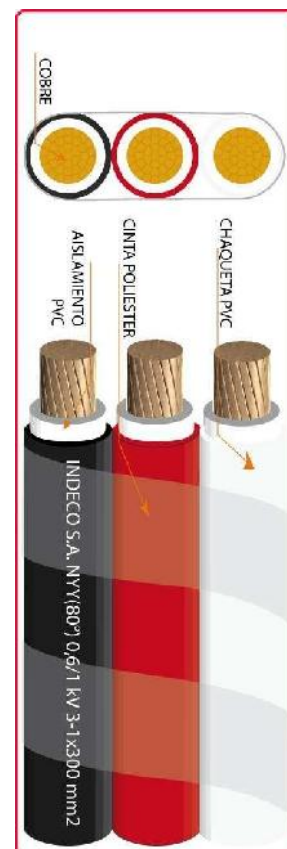
En carretes de madera, en longitudes requeridas.

Colores

Aislamiento: Blanco

Cubierta: Duplex : Blanco, negro.

Triple : Blanco, negro, rojo.



Norma(s) de Fabricación

NTP-IEC 60502-1

Tensión de servicio

0.6/1 kV

Temperatura de operación

80 °C

e-mail / ventas@indecocom.pe / marketing@indecocom.pe / web / www.indecocom.pe	1-2
Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos y dimensiones contenidos en la documentación técnica o comercial de INDECO, son puramente indicativos y no serán contractuales para INDECO, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de INDECO.	

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY DUPLEX

CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
2x1x6	1	1	1.4	15.4	218	77	58	62
2x1x10	1	1	1.4	17	307	105	80	85
2x1x16	7	1	1.4	19.3	454	136	108	112
2x1x25	7	1.2	1.4	22.5	672	170	140	140
2x1x35	7	1.2	1.4	24.6	880	205	175	170

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY TRIPLE

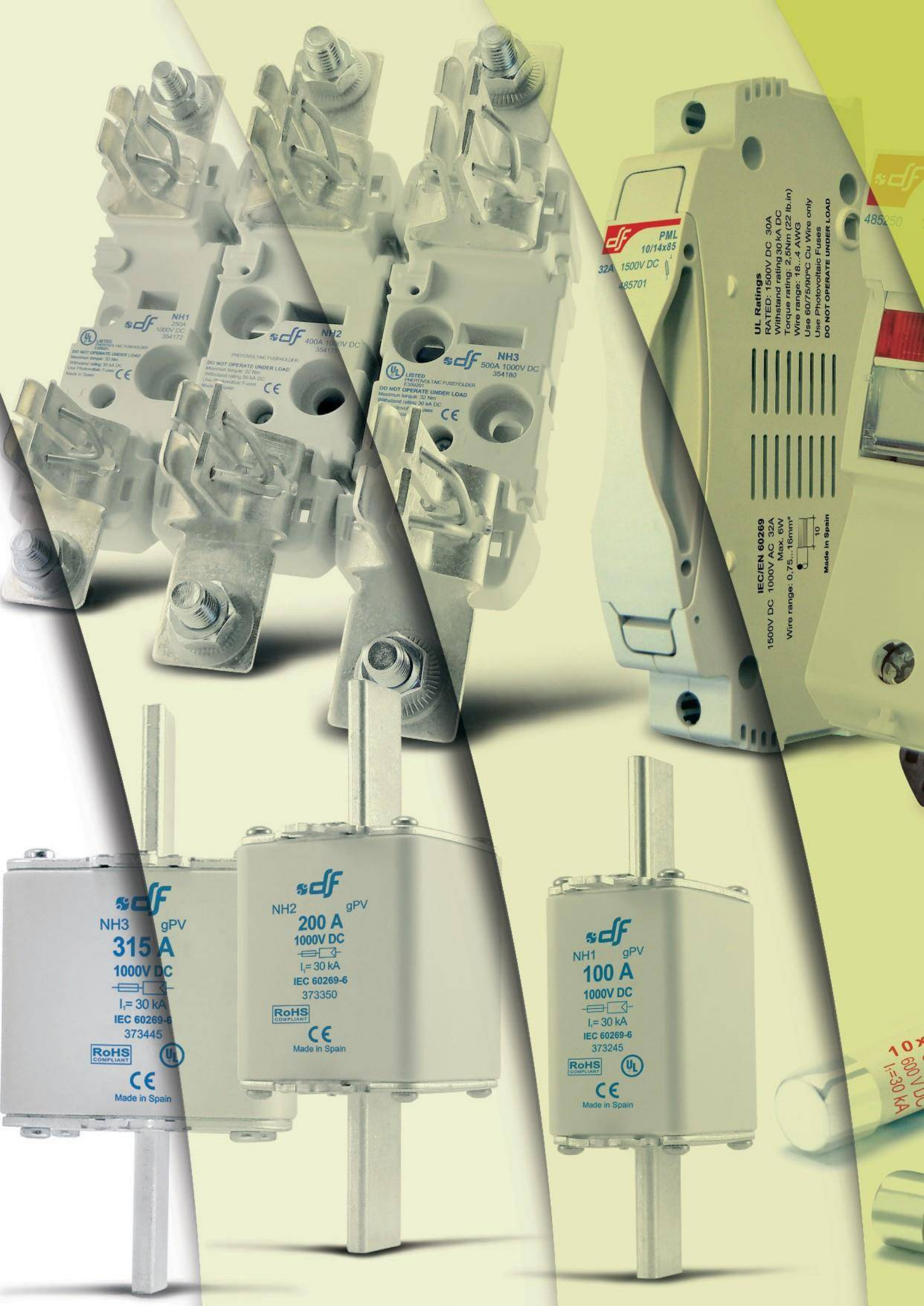
CALIBRE	Nº HILOS	ESPESORES		DIMENCIONES		PESO	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm²		mm	mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

(*) Temperatura del suelo: 20°C
 Temperatura ambiente: 30°C
 Temperatura en el conductor: 80°C
 Resistividad del suelo: 1 °k.m/W

fusibles bases

FOTOVOLTAICOS





ddf NH1
250A
1000V DC
354172

LISTED
PHOTOVOLTAIC FUSEHOLDER
DO NOT OPERATE UNDER LOAD
Maximum torque: 32 Nm
Withstand rating: 30 kA DC
Use Photovoltaic Fuses
Made in Spain

CE

ddf NH2
400A 1000V DC
354173

PHOTOVOLTAIC FUSEHOLDER
DO NOT OPERATE UNDER LOAD
Maximum torque: 32 Nm
Withstand rating: 30 kA DC
Use Photovoltaic Fuses
Made in Spain

CE

ddf NH3
500A 1000V DC
354180

LISTED
PHOTOVOLTAIC FUSEHOLDER
DO NOT OPERATE UNDER LOAD
Maximum torque: 32 Nm
Withstand rating: 30 kA DC
Use Photovoltaic Fuses
Made in Spain

CE

ddf PML
10/14x85
32A 1500V DC
485701

UL Ratings
RATED: 1500V DC 30A
Withstand rating: 30 kA DC
Torque rating: 2.5Nm (22 lb.in)
Wire range: 18...4 AWG
Use 60/75/90°C Cu Wire only
Use Photovoltaic Fuses
DO NOT OPERATE UNDER LOAD

IEC/EN 60269
1500V DC 1000V AC 32A
Max. 6W
Wire range: 0.75...16mm²

Made in Spain

ddf NH3 gPV
315 A
1000V DC
I_n = 30 kA
IEC 60269-6
373445

RoHS COMPLIANT

CE

Made in Spain

ddf NH2 gPV
200 A
1000V DC
I_n = 30 kA
IEC 60269-6
373350

RoHS COMPLIANT

CE

Made in Spain

ddf NH1 gPV
100 A
1000V DC
I_n = 30 kA
IEC 60269-6
373245

RoHS COMPLIANT

CE

Made in Spain

10x
600V DC
I_n=30 kA

FOTONOLTAICOS

ମୁଖ୍ୟଭାଗ

- PAGINA **02** | ଫ୍ଲୋ 10ଏ38 & 14ଏ51 600 & 1000ଫର 1100ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ
PAGINA **03** | ଫ୍ଲୋ 10ଏ85 1200 & 1500ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ
PAGINA **04** | ଫ୍ଲୋ 10ଏ85 1000ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ

ଫିଲ୍ଡସ

- PAGINA **05** | ଫ୍ଲୋ 10ଏ38 & 14ଏ51 1000ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ
PAGINA **06** | ଫ୍ଲୋ 10/14ଏ85 1500ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ
PAGINA **08** | ଫ୍ଲୋ 10/14ଏ85 1500ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ
PAGINA **09** | ଫ୍ଲୋ 10/14ଏ85 1500ଫର ଗ୍ରୀନିଫିଲ୍ଡସ

FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES



gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

La principal novedad que ofrecen estos productos es la tensión asignada de 1000VDC y 600VDC. Están destinados principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones superiores a 800 V DC. También pueden utilizarse como protección en instrumentación y como protección de circuitos auxiliares en ferrocarriles. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la nueva Norma IEC60269-6). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMF 1000 V en versión unipolar o bipolar (con o sin indicador de fusión).

10x38

1000V
DC

I_n (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	491601	30	10/100
2 U_L	491602	30	10/100
3 U_L	491604	30	10/100
4 U_L	491605	30	10/100
5 U_L	491606	30	10/100
6 U_L	491610	30	10/100
8 U_L	491615	30	10/100
10 U_L	491620	30	10/100
12 U_L	491625	30	10/100
15 U_L	491629	30	10/100
16 U_L	491630	30	10/100
20 U_L	491635	30	10/100
1	491901	30	10/100
2	491902	30	10/100
3	491904	30	10/100
4	491905	30	10/100
5	491906	30	10/100
6	491910	30	10/100
8	491915	30	10/100
10	491920	30	10/100
12	491925	30	10/100
15	491929	30	10/100
16	491930	30	10/100
20	491935	30	10/100
25	491940	30	10/100
30	491944	30	10/100
32	491945	30	10/100

600V
DC

14x51

1100V
DC

15	491647	10	10/50
20	491648	10	10/50
25	491650	30	10/50
32	491655	30	10/50

1000V
DC



NORMAS
IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 2579

HOMOLOGACIONES
Cu-Pb
RoHS
RECHENGE
RECHENGE

TECNICO
CARACTERISTICAS H

PAGINA 09

TECNICO
COEFICIENTE REDUCCION
POR TEMPERATURA
AMBIENTE

PAGINA 12

COMPATIBLE
PV BASES PARA
APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS

PAGINA 05

COMPATIBLE
CONTACTO PINZA PARA
FUSIBLES $\phi 10$

PAGINA 07

FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES



gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

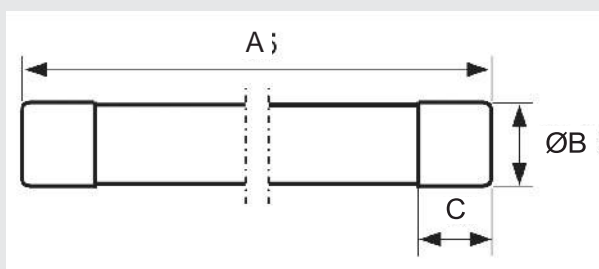
10x85	I_n (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1500V DC	2	492202	10	4/24
	4	492205	10	4/24
	6	492210	10	4/24
	8	492215	10	4/24
	10	492220	10	4/24
	12	492225	10	4/24
	15	492229	10	4/24
	16	492230	10	4/24
1200V DC	20	492235	10	4/24
	25	492240	10	4/24



TECNICO gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

DIMENSIONES

10x38
14x51
10x85



TAMAÑO	A	B	C
10x38	38	10,3	10
14x51	51	14,3	10
10x85	85	10,3	10

NORMAS
IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 2579

HOMOLOGACIONES
Cd-Pb
RoHS
compliant
2002/95/CE

TECNICO
CARACTERISTICASH

PAGINA 10

TECNICO
COEFICIENTE REDUCCION
POR TEMPERATURA
AMBIENTE

PAGINA 12

COMPATIBLE
CONTACTO PINZA PARA
FUSIBLES $\phi 10$

PAGINA 07

FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES



gPV FUSIBLES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

NH

1000V
DC

Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV 1000 V DC para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección segura, compacta y económica en los cuadros de segundo nivel de las instalaciones fotovoltaicas. La gama comprende cartuchos fusibles de talla NH1 con corrientes asignadas comprendidas entre 25A y 160A y fusibles NH3 con corrientes asignadas comprendidas entre 200A y 315 A. La tensión asignada es de 1000 V DC (corriente continua). Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la norma IEC 60269-6), con una corriente mínima de fusión de $1,35 \cdot I_n$. Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en latón platerado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases NH modelo ST de 1000 V DC.

	I_n (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
NH1	25	373210	30	1/30
	32	373215	30	1/30
	40	373225	30	1/30
	50	373230	30	1/30
	63	373235	30	1/30
	80	373240	30	1/30
	100	373245	30	1/30
	125	373250	30	1/30
	160	373255	30	1/30
	200	373260	30	1/30
NH2	200	373350	30	1/15
	250	373360	30	1/15
NH3	200	373425	30	1/15
	250	373435	30	1/15
	315	373445	30	1/15
	355	373450	30	1/15
	400	373455	30	1/15



373245



373350

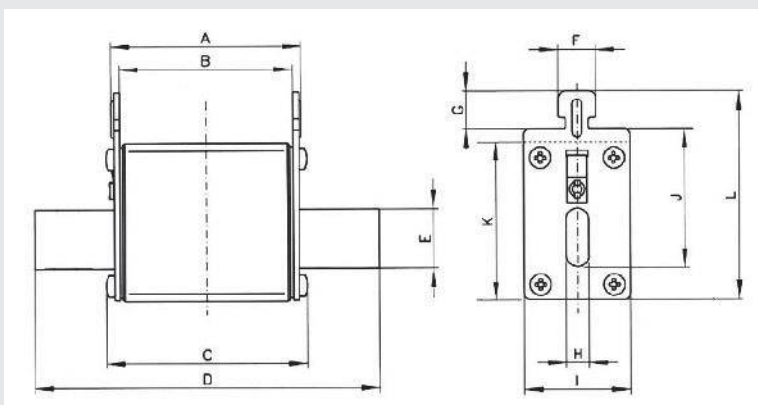
TECNICO gPV FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

DIMENSIONES

NH1

NH2

NH3



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87

NORMAS
IEC 60269-1
IEC 60269-6

HOMOLOGACIONES
Cd-Pb
FREE
RoHS
COMPLIANT

TECNICO
CARACTERISTICASH

PAGINA 11

TECNICO
COEFICIENTE REDUCCION
POR TEMPERATURA
AMBIENTE

PAGINA 12

COMPATIBLE
NH ST BASES PARA
APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS

PAGINA 08

FOTOVOLTAICOS

BASES PORTAFUSIBLES



PMX BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

DF ELECTRIC lanza al mercado una nueva base portafusible modular para instalaciones fotovoltaicas. La principal novedad que ofrecen es la tensión asignada de 1000 VDC. Están destinadas principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones hasta 1000 V DC. Bases portafusibles modulares para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x38 según norma IEC/EN 60269. Diseño compacto, de dimensiones reducidas, fabricadas con materiales de calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS.

**1000V
DC**

10x38

SIN
INDICADOR

POLOS	MODULOS	REFERENCIA	DESCRIPCION	I_n (A)	U (V DC)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	1	485150	UNIPOLAR	32	1000	12/192
2	2	485151  	BIPOLAR	32	1000	6/96

CON
INDICADOR

1	1	485152	UNIPOLAR	32	1000	12/192
2	2	485153  	BIPOLAR	32	1000	6/96

**PATENTED
DESIGN**



485152

**1100V
DC**

14x51

SIN
INDICADOR

1	1,5	485250	UNIPOLAR	50	1000	6/90
2	3	485251	BIPOLAR	50	1000	3/45

CON
INDICADOR

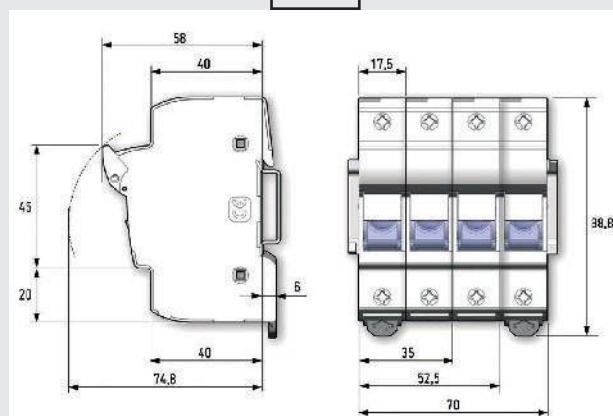
1	1,5	485252	UNIPOLAR	50	1000	6/90
2	3	485253	BIPOLAR	50	1000	3/45

**PATENTED
DESIGN**

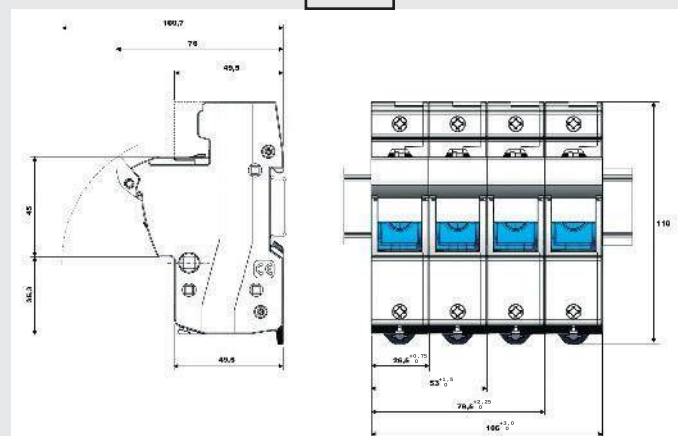


485250

10x38



14x51



NORMAS
IEC 60269-1
IEC 60269-2
EN 60269-1
EN 60269-2
UL 4248-18

HOMOLOGACIONES
 


COMPATIBLE
gPV FUSIBLES PARA
APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS
PAGINA **02**

COMPATIBLE
PEINES DE CONEXION Y
ACCESORIOS
VER
CILINDRICOS

FOTOVOLTAICOS

BASES PORTAFUSIBLES



PML BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS 1500 VDC

- Base portafusibles para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x85 y 10-14x85
- Diseño compacto moderno.
- Zonas de ventilación optimizadas para una mejor disipación del calor.
- Fabricadas con materiales de calidad.
 - Contactos de cobre electrolítico plateados.
 - Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura.
 - Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico) así como libres de halógenos.

1500V
DC

10x85
10/14x85

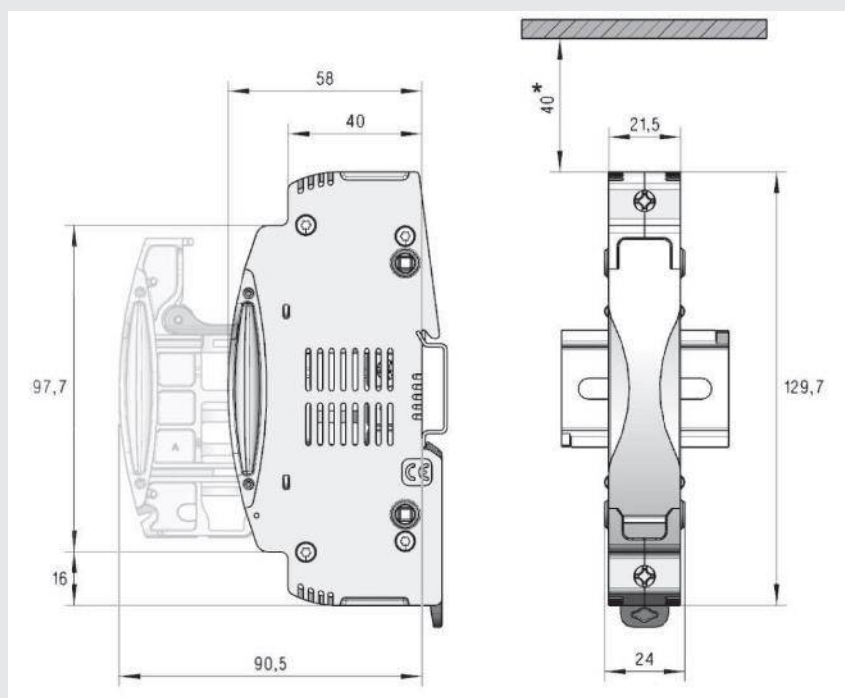
POLOS	MODULOS (mm)	REFERENCIA	DESCRIPCION	I_n (A)	U (V DC)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	24	485701	PML 10/14x85BASEPORTAFUSIBLEUNIPOLAR	32	1500	6/84

PATENTED
DESIGN



TECNICO PML BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS 1500 VDC

DIMENSIONES



* Espacio de montaje libre recomendado

NORMAS
IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-2
UL4248-1
UL4248-19
UL486E

HOMOLOGACIONES

COMPATIBLE
gPV FUSIBLES PARA
APLICACIONES
FOTOVOLTAICAS

PAGINA 02

COMPATIBLE
PERNES DE CONEXION Y
ACCESORIOS
VER
CILINDRICOS

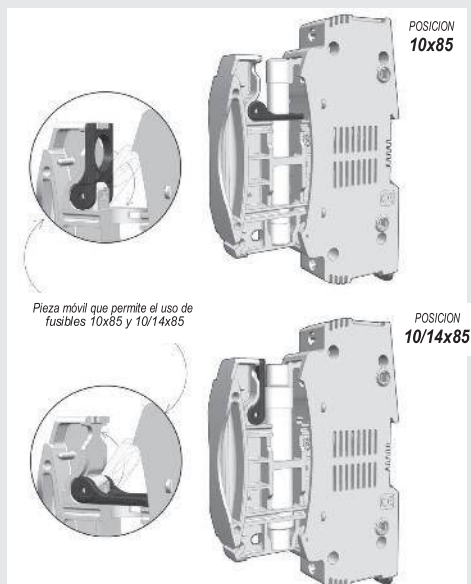
FOTOVOLTAICOS

BASES PORTAFUSIBLES

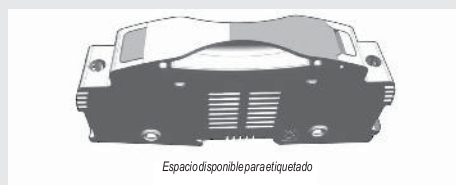
TECNICO
PML

BASES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS 1500 VDC

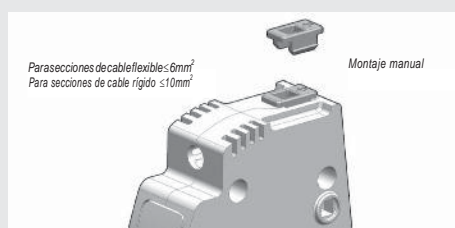
SELECTOR DE TALLAS DE FUSIBLES



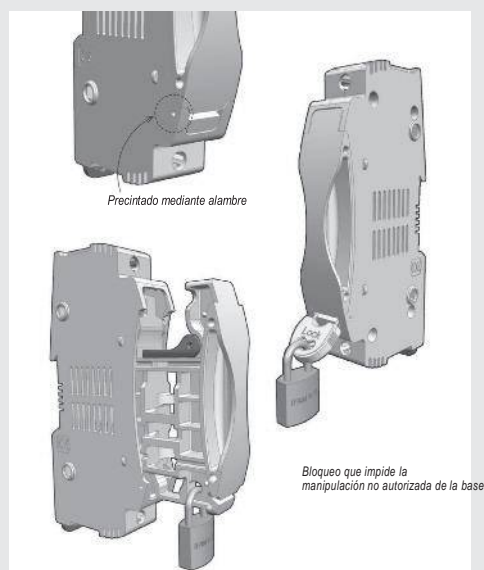
ESPACIO DISPONIBLE PARA EL ETIQUETADO



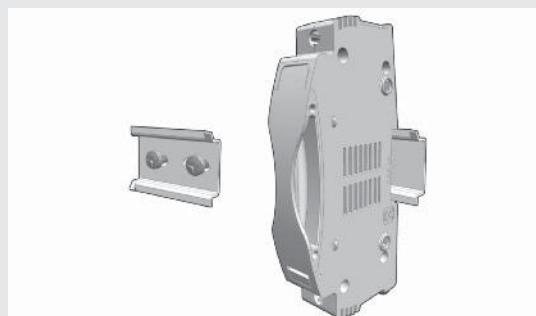
PROTECCIÓN IP20 ESPECIAL



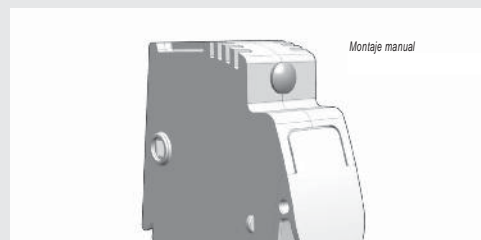
BLOQUEO DE LA BASE



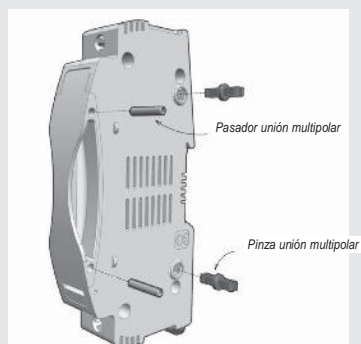
ACCESORIO FIJACIÓN TORNILLO



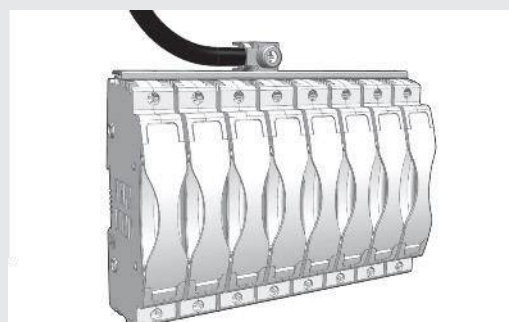
ACCESORIO PROTECCIÓN TORNILLOS



ENSAMBLADO MULTIPOLAR



PUENTE DE CONEXIÓN



CONTACTO PINZA PARA FUSIBLE Ø10

Contacto pinza para fusible cilíndrico $\varnothing 10$. Versión de fijación tornillo y para circuito impreso. Fabricados en Bronce con protección de estaño. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico).

10x38
10x85

REFERENCIA	DESCRIPCION	I_n (A)	$P_d \text{ max}$ (W)	EMBALAJE Unid./CAJA
482001	CONTACTO PINZA Ø10 FIJACIÓN TORNILLO	25	4	50/200
482002	CONTACTO PINZA Ø10 PARA CIRCUITO IMPRESO	25	4	50/200



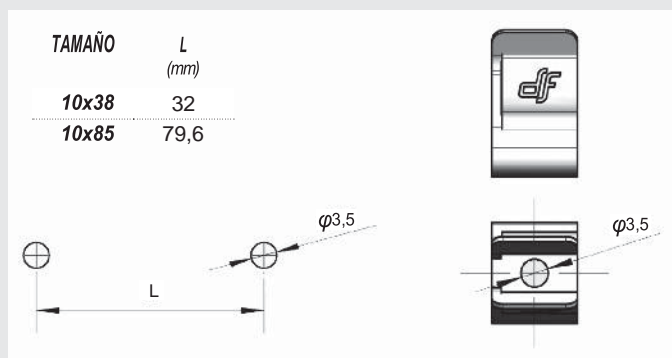
TECNICO

CONTACTO PINZA PARA FUSIBLE Ø10

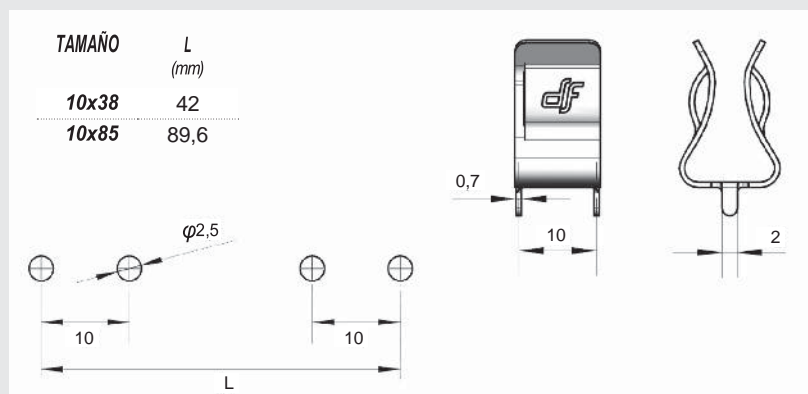
DIMENSIONES

10x38
10x85

CONTACTO PINZA $\varnothing 10$ FIJACION TORNILLO



CONTACTO PINZA $\varnothing 10$ PARA CIRCUITO IMPRESO






FOTOVOLTAICOS

BASES

ST 1000V DC BASES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

Bases portafusibles para fusibles de cuchilla (NH). Disponibles en tamaños NH1(250 A) y NH3(630 A). Fabricadas con materiales de alta calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea 2002/95/EC RoHS (restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico). Montaje mediante fijación a raíl DIN o tornillos. Modelos unipolares. Conexión mediante tornillos. Contactos tipo pinza con doble resorte para un óptimo funcionamiento. Amplia gama de accesorios que permiten una ejecución IP20. Cubrebornes, tapafusibles, separadores. Posibilidad de crear conjuntos multipolares mediante accesorios. Fabricadas según normas IEC, EN, VDE y DIN.

	DESCRIPCION	REFERENCIA	U (V DC)	EMBALAJE
UNIPOLAR				
NH1 250A	RAIL DIN-FIJACION TORNILLO/CONEXION TORNILLO	354172 	1000	1
NH2 400A	RAIL DIN-FIJACION TORNILLO/CONEXION TORNILLO	354175 	1000	1
NH3 500A	RAIL DIN-FIJACION TORNILLO/CONEXION TORNILLO	354180 	1000	1



354172

ACCESORIOS PARA BASES NH

MICRORRUPTORES PARA FUSIBLES NH

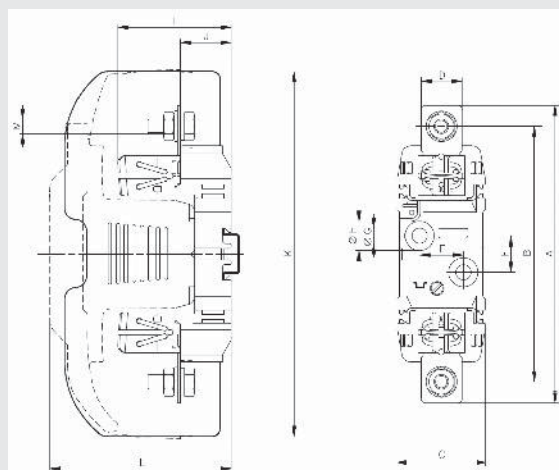
	REFERENCIA	DESCRIPCION	EMBALAJE Unid./CAJA
NH1 NH2 NH3	357010	MICRORRUPTOR PARA FUSIBLES NH1 & NH3	1/12



357010

TECNICO ST 1000V DC BASES NH PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

DIMENSIONES



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
NH1	200	175	48	28	30	25	10,1	20,5	77,5	35	250	106	M10
NH2	225	200	60	32	30	25	10,5	20,5	88	35	250	123	M12
NH3	240	210	60	38	30	25	10,5	20,5	97	35	270	143	M12

NORMAS
IEC 60269-1
IEC 60269-2
EN 60269-1
EN 60269-2
UL4248

NORMAS
VDE 0636
DIN 43620

HOMOLOGACIONES
 

COMPATIBLE
gPV NH1 & NH3
FUSIBLES PARA APLICA-
CIONES FOTOVOLTAICAS

PAGINA 04

COMPATIBLE
CUBREBORNES
TAPAFUSIBLES Y KITS
DE PROTECCION IP20

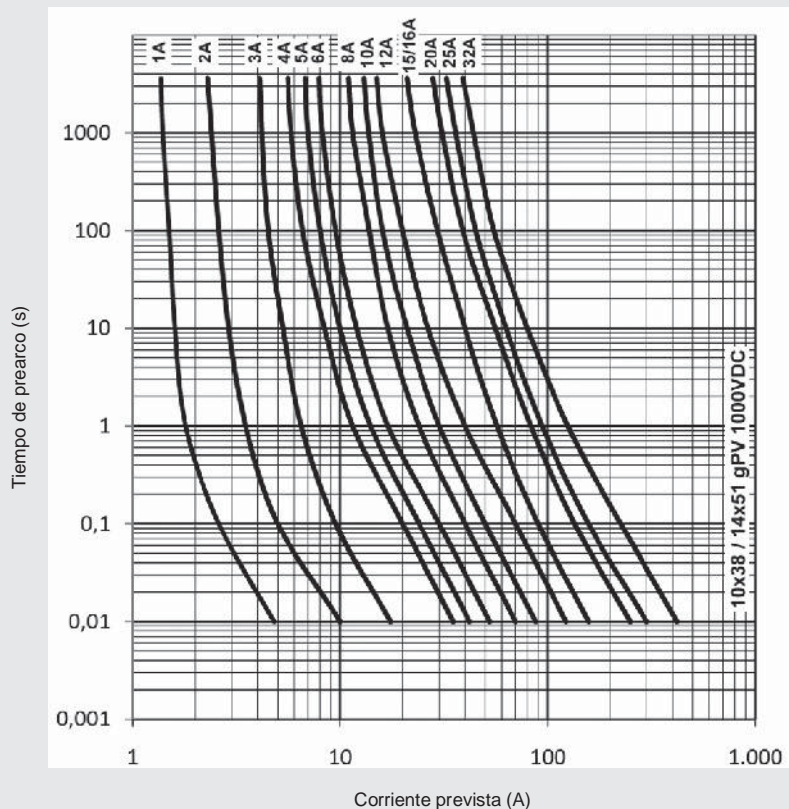
VER
NH

TECNICO
gPV

FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS
CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

10x38

14x51



CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA		POTENCIA DISIPADA		POTENCIA DISIPADA		I²t PREARCO		I²t TOTAL	
			(W @ 0,7 In)		(W @ In)		(A²s)		(A²s)	
	1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC	1000V DC	600V DC
1	491601	491901	0,31	0,31	0,76	0,76	0,35	0,35	1,3	0,8
2	491602	491902	0,78	0,62	1,45	1,54	0,62	1,78	1,0	3,9
3	491604	491904	0,66	0,54	1,66	1,35	1,9	9,0	3,1	19,6
4	491605	491905	0,64	0,73	1,57	1,84	6,9	3,0	11	6,6
5	491606	491906	0,60	0,93	1,65	2,22	14	4,4	22	9,6
6	491610	491910	0,76	0,96	1,84	2,40	24	8,5	38	18,8
8	491615	491915	0,80	1,02	1,92	2,55	62	25	99	55,0
10	491620	491920	0,94	1,03	2,2	2,58	10	11	48	27,9
12	491625	491925	0,98	1,04	2,4	2,60	18	25	94	62,8
15	491629	491929	1,0	1,07	2,6	2,44	46	25	110	82,8
16	491630	491930	1,1	1,08	2,7	2,70	46	33	110	82,8
20	491635	491935	1,2	1,16	2,9	2,90	118	85	282	212
25	–	491940	–	1,10	–	2,74	–	280	–	460
30	–	491944	–	1,70	–	4,00	–	400	–	650
32	–	491945	–	1,76	–	4,40	–	400	–	650
15	491647*	–	1,34	–	3,14	–	48	–	112	–
20	491648*	–	1,55	–	3,68	–	99	–	367	–
25	491650	–	1,6	–	3,8	–	275	–	650	–
32	491655	–	2,0	–	4,7	–	550	–	1300	–

*1100V DC

FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES



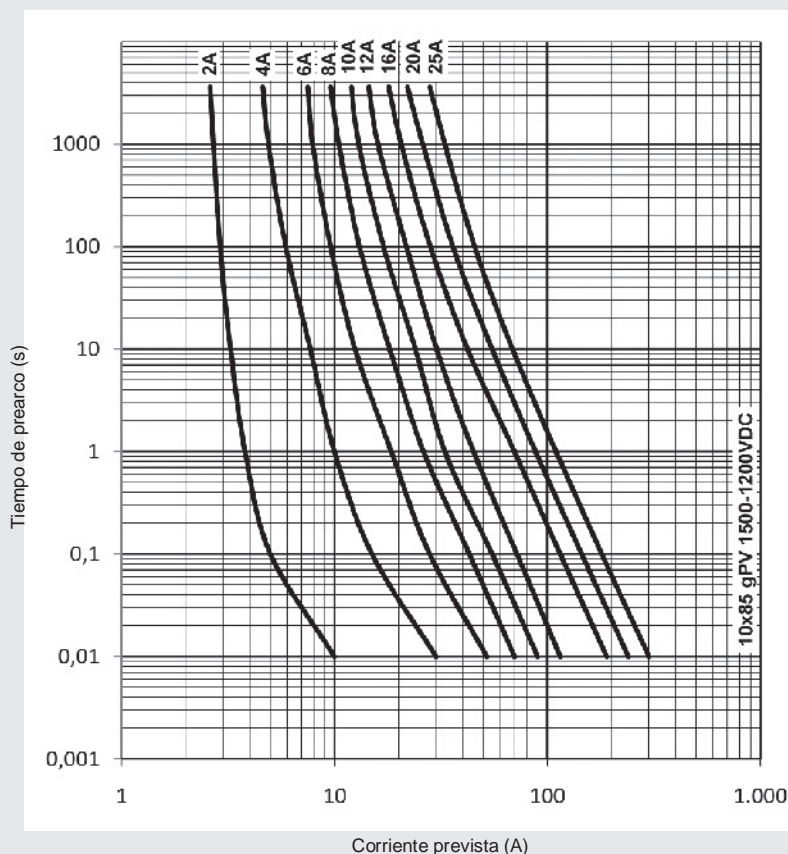
TECNICO

gPV

FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

CARACTERISTICAS t-I Y POTENCIAS DISIPADAS

10x85



CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 0,7 In)	POTENCIA DISIPADA (W @ In)	P_t PREARCO (A ² s)	P_t TOTAL (A ² s)
---------------------------	------------	-----------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

1500V
DC

2	492202	1,28	3,42	0,8	1,1
4	492205	1,16	2,91	13	17
6	492210	1,10	2,65	65	84
8	492215	1,16	2,79	175	225
10	492220	1,81	4,38	209	269
12	492225	1,83	4,43	400	515

1200V
DC

16	492230	1,75	4,13	136	269
20	492235	2,13	5,14	242	478
25	492240	2,28	5,48	545	1075



FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES



TECNICO
gPV

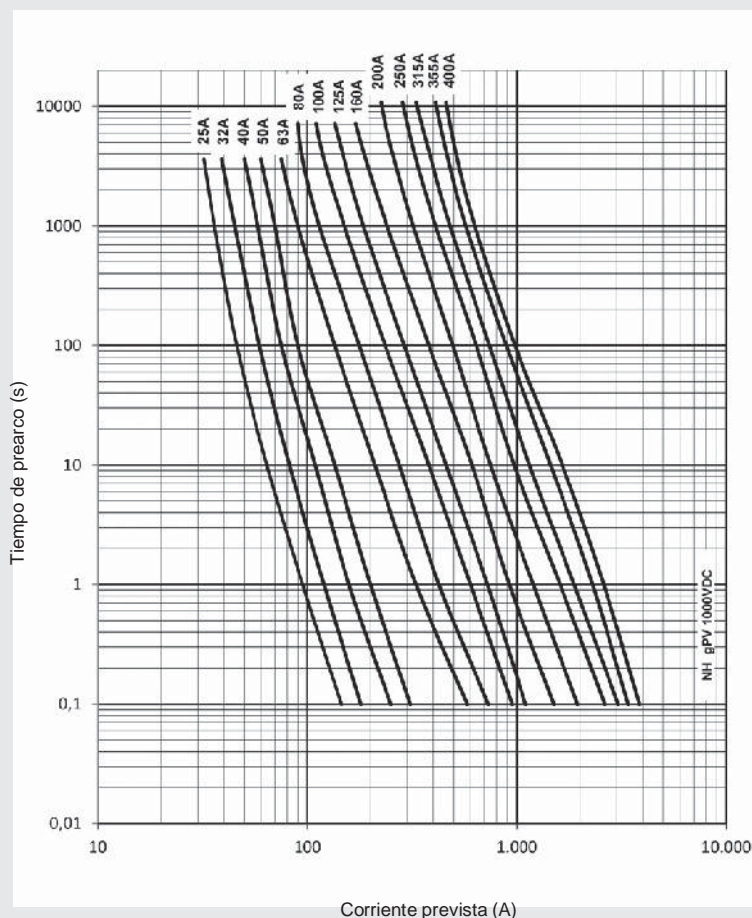
FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

CARACTERISTICAS $t-I$ Y POTENCIAS DISIPADAS

NH1

NH2

NH3



CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W @ 0,7In)	OTENCIA DISIPADA (W @ In)	P_t PREARCO (A ² s)	P_t TOTAL (A ² s)
---------------------------	------------	----------------------------------	------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

1000V
DC

1000V
DC

1000V
DC

1000V
DC

1000V
DC

NH1

25	373210	5,2	12,5	62	94
32	373215	6,3	15,5	122	184
40	373225	6,7	16,6	302	454
50	373230	7,5	18	562	844
63	373235	8,2	20	1210	1815
80	373240	10	27	2250	3375
100	373245	11	28	4000	6000
125	373250	12,5	32	6500	9700
160	373255	10,0	25,0	10300	19800
200	373260	12,5	30,0	19900	38300

NH2

200	373350	11,4	28,0	18700	36400
250	373360	13,0	33,3	36800	71500

NH3

200	373425	19,5	48,0	21700	31700
250	373435	20,5	51,5	41000	60000
315	373445	26,2	66,0	76000	111500
355	373450	18,0	46,5	74700	130700
400	373455	20,0	51,0	104400	182600

FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES

TECNICO
gPV

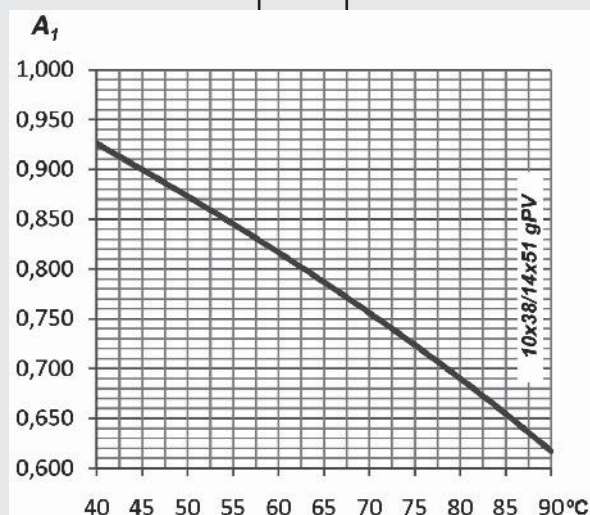
FUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS
COEFICIENTE REDUCCION POR TEMPERATURA AMBIENTE

10x38
14x51

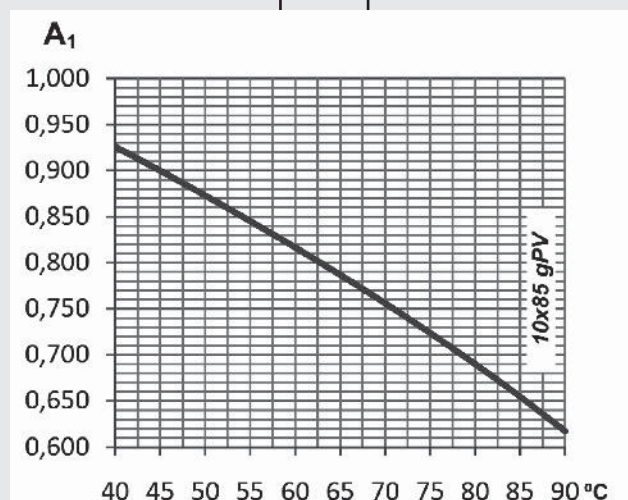
10x85

NH1
NH2
NH3

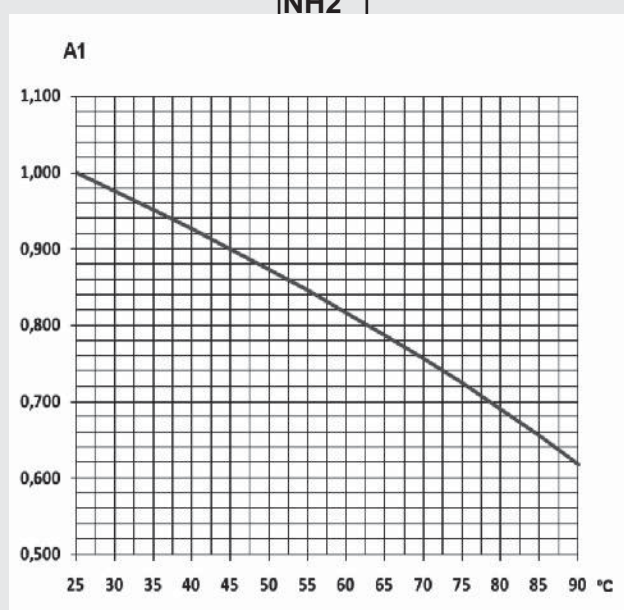
10x38
14x51



10x85



NH1
NH2



t_a
(°C)

A₁

40	0,92
45	0,90
50	0,87
55	0,85
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

THE PROTECTION FORMULA

BY  **Electric**

ELECTRONICOS



CILINDRICOS



FOTOVOLTAICOS



RAPIDPLUS



NH



FUSIBLES ESPECIALES



DOMESTICOS



D & DO



TRANSFORMADORES





OFICINA CENTRAL Y FABRICA

SILICI, 67-69

08940 CORNELLA DE LLOBREGAT

BARCELONA

SPAIN

Tel. +34 93 377 85 85

Fax +34 93 377 82 82

VENTAS NACIONAL

Tel. 93 475 08 64

Fax 93 480 07 76

comercial@df-sa.es

VENTAS EXPORTACION

Tel. +34 93 475 08 64

Fax +34 93 480 07 75

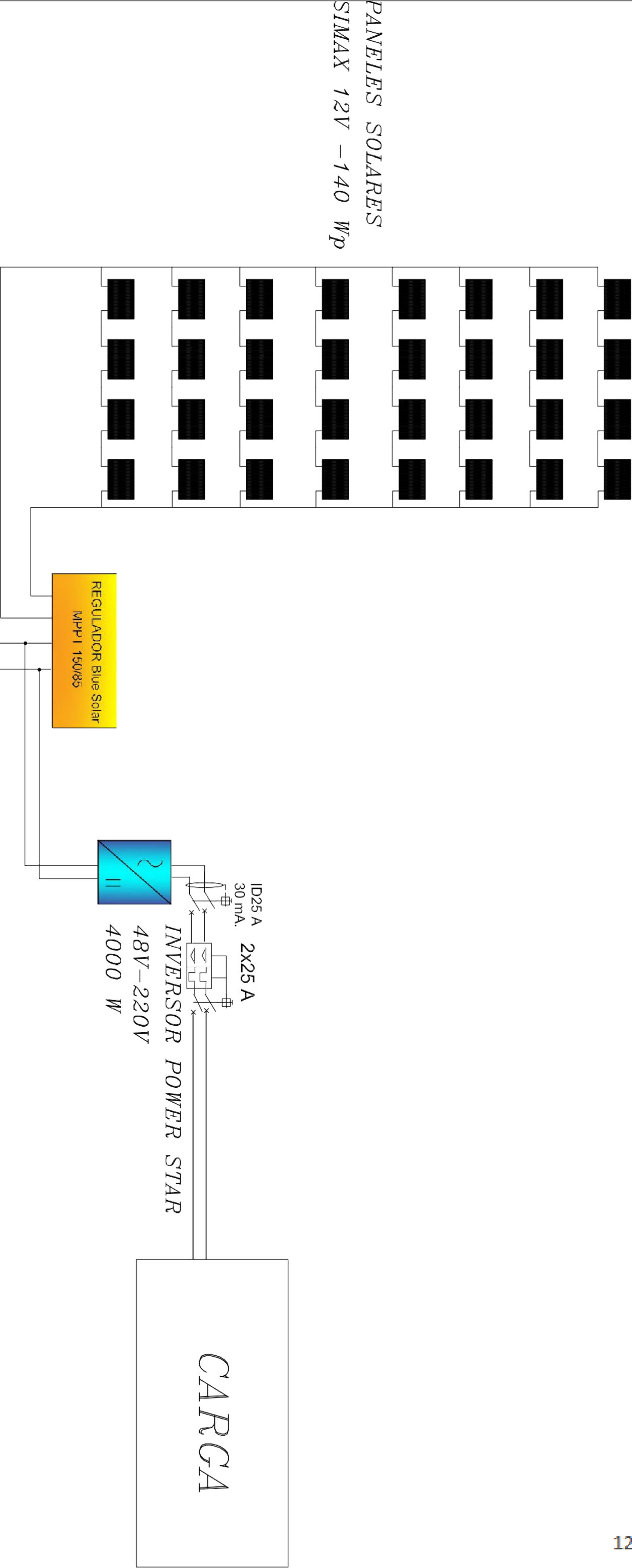
export@df-sa.es

www.df-sa.es



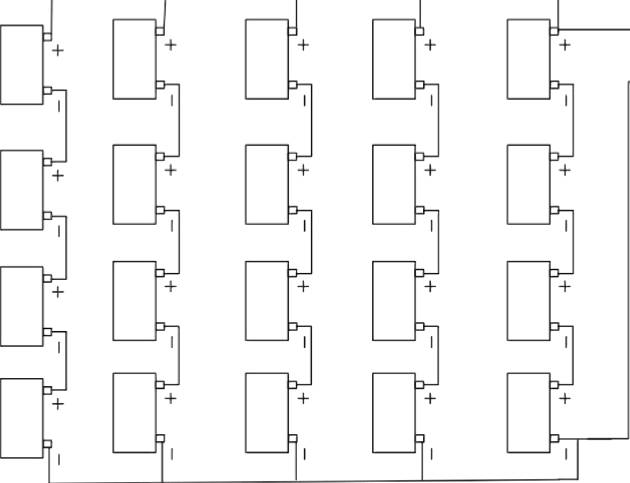
PROTECTING THE WORLD





BANCO DE BATERIAS

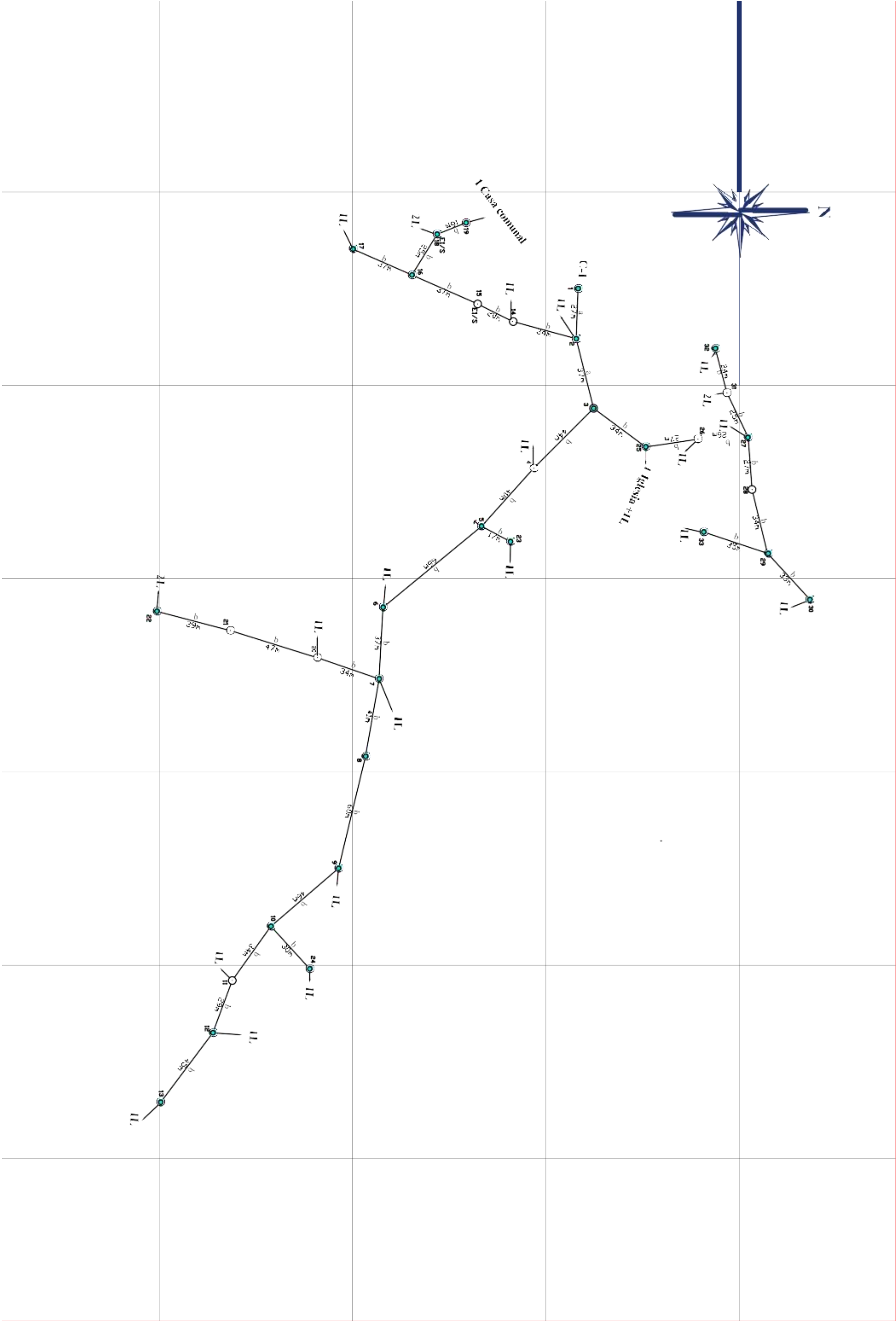
SIMAX 12V – 140 Wp



ALBERT JOAQUIN CESPEDES GUEVARA

Bach. INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

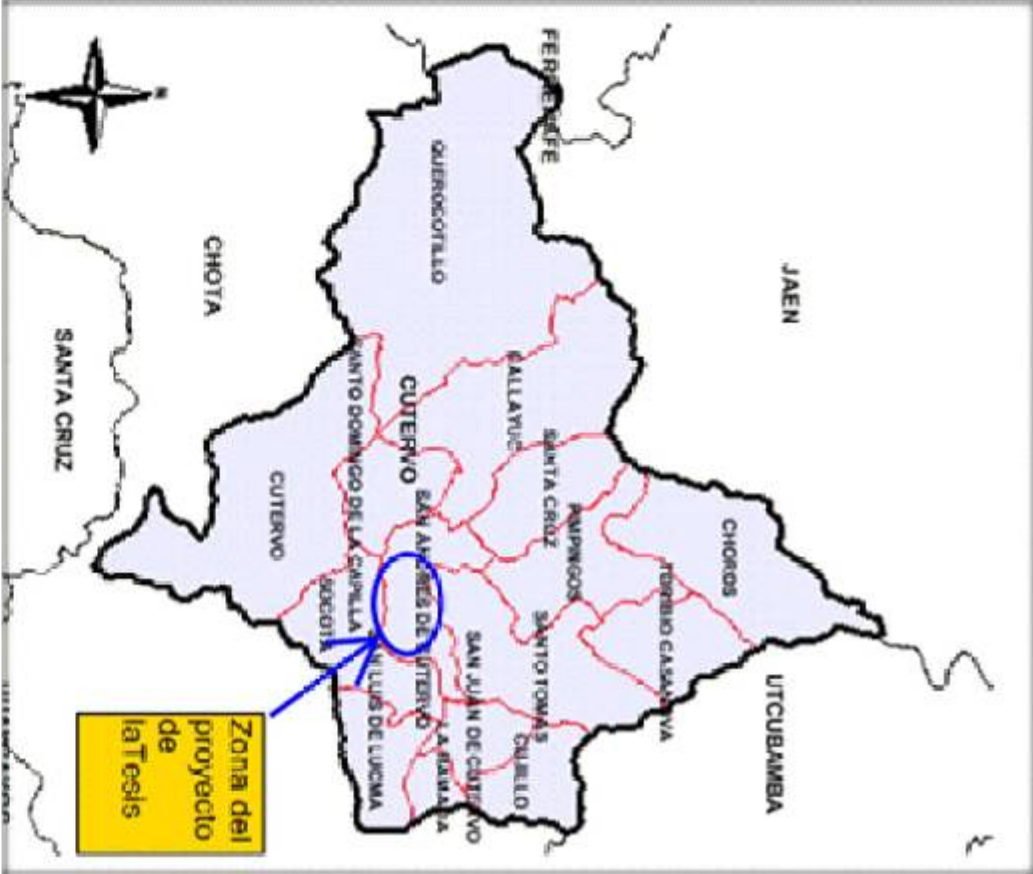
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO-FIUME			
PROYECTO DE TESIS :		UBICACION :	
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA ELECTRICO FOTOVOLTAICO PARA EL CASERIO CHORRO BLANCO UBICADO EN SAN ANDRES DE CUTERVO-CUTERVO-CAJAMARCA		CASERIO CHORRO BLANCO DISTRITO PROVINCIA DPTO. CAJAMARCA	
PLANO :		ESCALA :	PROYECTISTA :
EduPOS DEL SUSBSISTEMA DE GENERACION FOTOVOLTAICA		SGE	ADCG
FECHA :		CAD:	SG-01
MARZO 2018		AJCG	



CUADRO DE CORTES				
S.G.T.	CORTES	CORTES	DE	TOTAL
31	23	2		27

Leyenda de Tramo	
	f
	N
f	Tipo de conductor
N	Distancia (m)

CUADRO DE CONDUCTORES	
COND.	SECCION
a	3x16/25-mil
b	1x16/25-mil



|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

Dimencionamiento de un sistema electrico fotovoltaico para el caserio Chorro Blanco

DC-03

DIAGRAMA DE CARGA

PROYECTANTE:
JOAQUIN GISPUELOS
GUEVARA

DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA

PROYECTO:
CUTERVO

UBICACION:
S.A.CUTERVO

ESCALA:
1/2500

DISTRIBUCION:
SABIN ALICIA

FECHA:
Marzo - 2018

PLANILLA DE METRADO REDES SECUNDARIAS Y CONEXIONES DOMICILIARIAS CASERIO CHORRO BLANCO																																	
DETALLE Y UBICACION		METRADO	POSTES DE C.A.C		RETENIDAS Y PUESTA A TIERRA			PASTORALES Y LUMINARIAS		AUTOPORTANTE				CONDUCTORES	ACCESORIOS DE FERRETERIA																		
ESTRUCT. POSTE N°	ARMADO	VARO ATRAS (m)	POSTE DE CAC 8/200	POSTE DE CAC 8/300	RETENIDA SIMPLE	RETENIDA CONTRAPUNTA	PUESTA A TIERRA CON VARILLA	PASTORAL DE TUBO DE AºGº	LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO	2X16+16/P25	2X16/P25	1X16+16/P25	1X16/P25		Cu RECOCIDO IN2XY 10 mm2	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR	GRAPA DE ANCLAJE CONICA	CONECTOR BIMETALICO PARA AI	CONECTOR BIMETALICO AISLADO	CONECTOR PARA AI. 25mm2 TIPO CUÑA	CONECTOR AISLADO TIPO PERFORACION	CORRE PLASTICAS DE AMARRE	CINTA AUTOFUENDENTE PARA EXTREMO DE CABLE	PERNO CON GANCHO DE 16mm Ø. LONG. 254 mm	PERNO CON GANCHO DE 16mm Ø. LONG. 305 mm	PERNO DE AºGº DE 13mmØ. LONG. 254mm	PERNO DE AºGº DE 13mmØ. LONG. 305mm	PERNO CON OJAL DE 13mmØ LONG. 254 mm	PERNO CON OJAL DE 13mmØ LONG. 305 mm	FLEJE DE ACERO INOX.	ARANDA LA CUADRADA CURVA	TUERCA OJO DE AºGº PARA PERNO DE 16mmØ	CAJA DE DERIVACION
C-I																																	
1	E3/S	30,0		1,0	1,0			1,0	1,0			33,0				1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
2	E5/S	27,0		1,0	1,0			1,0	1,0			29,7			1,0	1,0			1,0		5,0		1,0		1,0		1,0			3,0			2,0
3	E5/S	37,0		1,0	2,0			1,0	1,0			40,7			1,0	1,0			1,0		5,0		1,0		1,0		1,0			3,0			2,0
4	E1/S	44,0	1,0										48,4		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
5	E5/S	40,0		1,0	1,0								44,0			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
6	E4/S	66,0		1,0	2,0		1,0						72,6			2,0					5,0				1,0		1,0			2,0	1,0		2,0
7	E5/S	37,0		1,0	1,0								40,7			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
8	E1/S	41,0	1,0										45,1		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
9	E1/S	60,0	1,0		1,0								66,0		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
10	E5/S	46,0		1,0	1,0								50,6			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
11	E1/S	34,0	1,0										37,4		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
12	E1/S	29,0	1,0										31,9		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
13	E3/S	45,0		1,0	1,0		1,0						49,5			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
14	E1/S	34,0	1,0										37,4		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
15	E1/S	20,0	1,0										22,0		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
16	E5/S	37,0		1,0	1,0								40,7			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
17	E3/S	37,0		1,0	1,0		1,0						40,7			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
18	E1/S	25,0	1,0		1,0								27,5		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
19	E3/S	16,0		1,0	1,0		1,0						17,6			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
20	E1/S	34,0	1,0										37,4		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
21	E1/S	47,0	1,0										51,7		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
22	E3/S	39,0		1,0	1,0		1,0						42,9			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
23	E3/S	17,0		1,0	1,0								18,7			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
24	E3/S	30,0		1,0	1,0								33,0			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
25	E1/S	34,0	1,0		1,0								37,4		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
26	E1/S	27,0	1,0										29,7		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
27	E5/S	26,0		1,0	1,0								28,6			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
28	E1/S	27,0	1,0										29,7		1,0						4,0		1,0		1,0				1,0			2,0	
29	E5/S	34,0		1,0	2,0								37,4			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
30	E3/S	33,0		1,0	1,0		1,0						36,3			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
31	E5/S	25,0		1,0									27,5			3,0			1,0		6,0				1,0		2,0			4,0	1,0		2,0
32	E3/S	24,0		1,0	1,0		1,0						26,4			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
33	E3/S	35,0		1,0	1,0		1,0						38,5			1,0					4,0	2,0			1,0		1,0			2,0			2,0
													0,0																				
TOTAL		1137,00	13,00	20,00	25,00	0,00	8,00	3,00	3,00	0,00	0,00	103,40	1147,30	0,00	15,00	35,00	0,00	0,00	9,00	0,00	149,00	20,00	15,00	0,00	33,00	0,00	27,00	0,00	0,00	69,00	8,00	0,00	66,00